

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ НАУКОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИКИ

Матеріали ХІХ Міжнародної
науково-практичної конференції
молодих вчених і студентів
м. Київ, 20–23 квітня 2021 року

ТОМ 2



Київ- 2021

УДК 620.9(062)+621.311(062)

C91

Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики. У 2-х т. :
Матеріали XIX Міжнар. наук.-практ. конф. молод. вчених і студ., м. Київ, 20–23
квіт. 2021 р. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – Т. 2.
– 303 с.

ISBN 978-966-990-025-8 (Заг.)

ISBN 978-966-990-027-2 (Т. 2)

Подано тези доповідей XIX Міжнародної науково-практичної конференції
молодих вчених і студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення
енергетики» за напрямками: автоматизація теплоенергетичних процесів,
геометричне моделювання та проблеми візуалізації, програмне забезпечення
інформаційних систем та мережних комплексів, моделювання та аналіз
теплоенергетичних процесів, сучасні проблеми сталого розвитку енергетики.

Головний редактор

Є.М. Письменний, д-р техн. наук, проф.

Заступник головного редактора

Ю.Є. Ніколаєнко, д-р техн. наук, провідн. наук. співроб.

Редакційна колегія:

О.Ю. Черноусенко, д-р техн. наук, проф.

Г.Б. Варламов, д-р техн. наук, проф.

О.В. Коваль, канд. техн. наук, доц.

В.О. Туз, д-р техн. наук, проф.

В.А. Волощук, д-р техн. наук, проф.

П.О. Барабаш, канд. техн. наук, доц.

П.П. Меренгер, ст. викл.

П.В. Новіков, доц.

С.Г. Карпенко, канд. фіз.-мат. наук, доц.

І.А. Остапенко, асист.

Д.О. Федоров, асист.

Т.Б. Бібік, канд. техн. наук, ст. викл.

М.В. Воробйов, канд. техн. наук, ст. викл.

Є.С. Алексеїк, ст. наук. співроб.

Відповідальний секретар

О.В. Авдєєва.

*Друкується в авторській редакції за рішенням Вченої ради
теплоенергетичного факультету Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
(протокол № 11 від 26 квітня 2021 р.)*

ISBN 978-966-990-025-8 (Заг.)

ISBN 978-966-990-027-2 (Т. 2)

© Автори тез доповідей, 2021

© КПІ ім. Ігоря Сікорського (ТЕФ), 2021

СЕКЦІЯ №7

**Автоматизація
теплоенергетичних
процесів**

МОНІТОРИНГ АВТОНОМНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ІОТ ПРИБОРІВ

За останнє десятиліття потужність сонячних та вітрових електростанцій зросла з 238 ГВт до 1600 ГВт [1]. Вартість відновлюваної енергії знизилася, наприклад, виробництво сонячної енергії впало на 82% з 2010 року [2]. Ця революція у виробництві електроенергії разом із розвитком Інтернету речей (IoT) робить можливими нові економічні моделі, послуги та методи моніторингу, яких ми раніше не уявляли. Децентралізована структура постачання енергоресурсів поряд із економічними стимулами для підвищення рівня самовиробництва та споживання заохочують до енергетичної автономії [3].

Низька вартість сонячної та вітрової енергії дозволяє електрифікувати віддалені об'єкти, такі як приватні будинки, острови, ферми, автомобільні дороги тощо. Однак сонячна та вітроенергія не є стабільною і сильно залежить від місцевості, пори та сезону року. Акумулятори є однією з найважливіших частин автономної системи живлення. Вони виконують роль накопичувача енергії та фільтра вхідної енергії від нестабільних сонячних панелей або вітрогенератора. Оскільки ємність батарей чутлива до параметрів навколишнього середовища, особливо до температури та вологості, ця інформація вважається важливою для аналізу стану автономної електростанції. З іншого боку, ємність акумуляторів з часом зменшується. Моніторинг швидкості розряду дозволяє діагностувати погіршення стану обладнання. Таким чином актуальною є задача контролю стану енергетичного обладнання.

У разі моніторингу автономного об'єкта на перший план виходить споживання електроенергії контролером. Система управління з низьким енергоспоживанням збільшує час роботи автономного джерела живлення у разі роботи від акумулятора. У багатьох випадках апаратне забезпечення програми доводиться розгортати на місцях, працюючи від батареї або сонячної батареї [4]. Можливість віддаленої візуалізації даних та онлайн-збору даних є важливою вимогою у багатьох ситуаціях. Веб-технологія надзвичайно приваблива для моніторингу та управління автономними системами, що дозволяє віддалений доступ через бездротовий зв'язок. Це ще одна важлива частина системної архітектури. У наш час на ринку представлені різні пристрої для бездротового зв'язку. Найпопулярнішими телекомунікаційними технологіями є CDMA, GSM (3G / 4G), LTE, LoRaWAN. CDMA є старшим за інші, але ця технологія забезпечує високий асортимент недорогих пристроїв. LoRaWAN більше підходить для рішень IoT. Питання телекомунікаційних технологій є важливим, оскільки тарифи постачальників послуг. Правильний вибір все-таки заощадить гроші. Інтернет речей (IoT) відіграє вирішальну роль у цій концепції, забезпечуючи можливість зв'язку фізичних пристроїв через Інтернет, де пристрої інтелектуально пов'язані між собою, забезпечуючи нові види спілкування між речами та людьми та між самими речами для обміну даними для моніторингу та керування пристроями з будь-якої точки земної кулі за допомогою підключення до Інтернету [5]. Хмарні служби доречні для концентрації повідомлень з пристроїв IoT. Він називається IoT-HUB. Це рішення пропонує Microsoft Azure, AWS, IBM Watson та інші хмарні платформи.

Для реалізації віддаленого неперервного моніторингу стану сонячної електростанції побудоване хмарне рішення за допомогою платформи WEB-хостингу і Javascript фреймворка React JS (рис. 1).



Рисунок 1 - Структурна схема хмарного рішення

У WEB-хостингу реалізований концентратор IoT пристроїв і хмарна база даних My SQL. Концентратор IoT пристроїв реалізує канал з'єднання між програмною платформою і фізичними пристроями, в даному випадку автономними сонячними електростанціями. База даних My SQL виконує функції зберігання отриманої інформації і надання цієї інформації за запитом залежно від параметрів, наприклад отримання даних за певний проміжок часу.

Система візуалізації побудована на базі фреймворку React JS – це платформа візуалізації даних, доступ до якої реалізований через API бекенду. До переваг цього рішення можна віднести легкість впровадження, масштабування, а також можливість доступу до інформації незалежно від часу, територіального розташування або пристрою зчитування.

Перелік посилань:

1. Renewable Energy. PowerWeb - A Forecast International Inc. Subsidiary [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.fi-powerweb.com/Renewable-Energy.htm>
2. Solar costs have fallen 82% since 2010. PV Magazine [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.pv-magazine.com/2020/06/03/solar-costs-have-fallen-82-since-2010/>
3. Russell McKenna, Erik Merkel, Wolf Fichtner, 2016. Energy autonomy in residential buildings: a techno-economic model-based analysis of the scale effects. *KIT – The Research University in the Helmholtz Association*.
4. Nicoleta Stroia, Daniel Moga, Zsolt Barabas, 2013. Web based monitoring of solar power systems. *IFAC ICPS*. Cluj-Napoca, Romania, 131-136 p.
5. Youssef Cheddadi, Hafsa Cheddadi, Fatima Cheddadi, Fatima Errahimi, Najia Es-sbai, 2020. Design and implementation of an intelligent low-cost IoT solution for energy monitoring of photovoltaic stations. *SN Applied Sciences* 2:1165.

Аспірант Гритчук Д.Т.
Доц., к.т.н. Баган Т.Г.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ КОТЕЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Останні часом все більше актуальними стають питання пошуку застосування енергозберігаючих технологій, енергозбережне управління та зменшення викидів котельних установок. Розвиток технології котлів із циркуляційними псевдорозрідженими шарами (circulated fluidized bed - CFB) передбачає необхідність збільшення енергозбереження з високою потужністю та параметрами. Для задоволення вимог щодо розвитку технології котлів CFB необхідні оптимізація та управління параметрами, що сприятиме оптимізації робочих параметрів, що в свою чергу призведе до економії енергії та зменшення викидів на котельних установках.

Оптимізація параметрів роботи котла може бути досягнута за допомогою двох поширених методологій, а саме: за традиційною методикою та інтелектуальною методикою. У традиційній методиці для оптимізації робочих параметрів котла використовуються проєктне значення, експериментальне значення, історично оптимальне значення та фактичні дані. Така методика має суттєву перевагу, що полягає в оновленні в реальному часі з великою частотою. Разом з тим, наявні наступні недоліки: складність в обробці багатопараметричних систем, помилки обстеження і установки та проблеми старіння обладнання. Інтелектуальна методика заснована на технології аналізу даних та інтелектуальних технологіях. Аналіз даних включають кореляційний аналіз, кластеризацію, прогнозування та перевірку відхилень. Інтелектуальна технологія охоплює нейронні мережі, нечітку логіку, розпізнавання образів та генетичний алгоритм. До переваг можна віднести велику маневреність, оновлення в режимі реального часу та вирішення складного моделювання. З недоліків можна відмітити великий час для визначення кореляції [1].

На основі робіт, пов'язаних із моделюванням та керуванням процесом функціонування котла, можна стверджувати, що роль штучного інтелекту грає все більшу роль. Інтелектуальна методика включає алгоритм штучної нейронної мережі (ANN) та системи нечітких умов. ANN відома своєю гнучкістю навчання, але виникають проблеми із розмірністю. Цю проблему можна вирішити, забезпечивши навчання за допомогою надійних алгоритмів оптимізації. Щоб забезпечити надійність методології, необхідно виконати гібридизацію. Таким чином можна підвищити точність моделі котла. Модель котла формується на основі висновку від штучної нейронної мережі ANN, яка оптимізується за допомогою алгоритму firefly algorithm (FF) для забезпечення точного узгодження моделі з реалістичними обставинами.

Архітектурна структура non-linear autoregressive exogenous input (NLARX) представлена на Рис. 1. Розглянемо $Y(k)$ як вихідний результат NLARX для k -го зразка та $X(k)$ як вхідний сигнал до моделі NLARX. Таким чином, модель NLARX буде записуватися як:

$$Y(k) = F(Y(k-1), \dots, Y(k-N), X(k), \dots, X(k-M+1)), \quad (1)$$

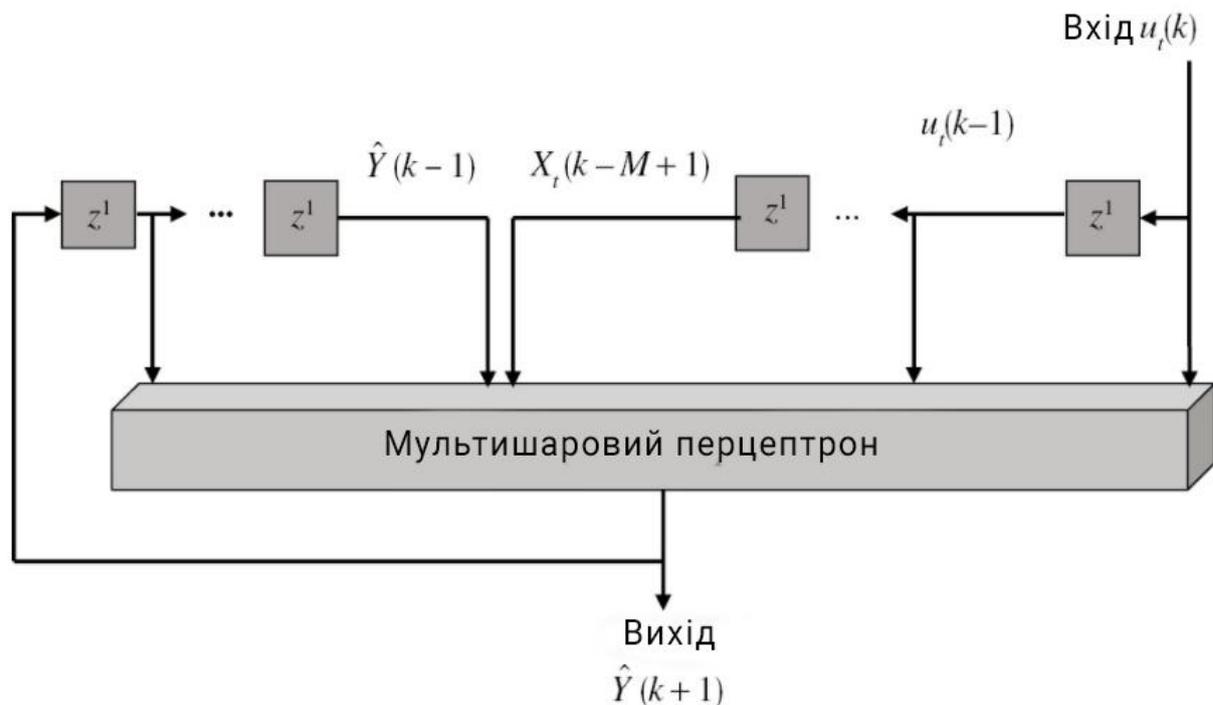


Рисунок 1 - Архітектурна структура NLARX

де $F(\cdot)$ відноситься до функціональної моделі архітектури NLARX, а N і M вказують кількість минулих термінів виведення та введення відповідно. Ці минулі терміни введення використовуються для прогнозування поточного виходу. Сформовані прогнози вихідних даних синтезуються з моделі NLARX, і вони є результатами завдяки зміні попередніх виходів та входів, які разом утворюють функції регресії з двома типами блоків, відомими як лінійні та нелінійні блоки. Через затримку вихідних чи вхідних змінних формуються звичайні регресори; однак вдосконалені регресори формуються у довільній формі визначеній користувачем за допомогою функції затримки вихідних та вхідних змінних. Таким чином, питання нелінійної необмеженої оптимізації виникає під час навчання моделі NLARX, і вона представляється як:

$$\min e(\omega, \zeta_T) = \frac{1}{2T} \sum_{t=1}^T \|Y_t(k) - \hat{Y}_t(k|\omega)\|^2, \quad (2)$$

де ρ , ζ_T , $Y_t(k)$, $\hat{Y}_t(k|\omega)$ і ω вказують вагові параметри, навчальну бібліотеку, бажаний вихід, вихід з NLARX та зважування відповідно. $\|\cdot\|^2$, згадані в рівнянні (2) відноситься до L_2 -норма функції, а навчальна бібліотека та ваги представлені як $\zeta_T = [Y_t(k), X(k)] = [Y_t(k), X(k)]$ $k = 1, \dots, T$ та $\omega = [\omega_1, \dots, \omega_2, \dots, \omega_p]$ відповідно.

В рівнянні (2), метрика помилок, відома як індекс продуктивності мережі, необхідна для зменшення негативного відхилення індексу продуктивності, щоб позбутися метричної помилки. Індекс продуктивності вказує наближення мережі для наданих моделей навчання, і параметри мережі ω повинні бути змінені, щоб мінімізувати індекс $e(\omega, \zeta_T)$ над повною траєкторією для досягнення меншого значення.

Для розв'язання поставленої задачі керування у подальших дослідженнях потрібно розробити математичну модель котла та зібрати експериментальні дані.

Перелік посилань:

1. S. Bhagwanrao, S. Madhukar, J. Lengare. Modeling and Optimizing Boiler Design using Neural Network and Firefly Algorithm. De Gruyter. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1515/jisys-2016-0113>

Аспірант 2 курсу, гр. ТА – 91ф Жученко Л. К.
 Асистент кафедри ТПЗА, ІХФ Коротинський А. П.
 Проф., д. т. н. Волощук В. А.

ЕНТРОПІЯ ЯК ПОКАЗНИК ЯКОСТІ ВУГЛЕГРАФІТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Процес випалювання вуглецевих виробів є одним із основних етапів виробництва вуглеграфітових виробів. Даний процес є надзвичайно енерго- та ресурсозатратним через високий вихід браку продукції та довготривалість термічної обробки. Саме тому актуальною є задача оптимізації даного виробництва шляхом створення нових або покращення вже існуючих систем керування. Для вирішення поставленої задачі необхідно визначити якісні показники даної продукції.

На сьогоднішній день існує велика кількість визначення випалювання, що сильно ускладнює формування умов завершення даного процесу та його критерію якості.

Процес випалювання не є кінцевим у процесі виробництва вуглеграфітових виробів, а лише підготовчим для процесу графітування, при якому вироби і набувають своїх кінцевих властивостей. Тому досить складно сформулювати конкретні фізичні властивості, які б характеризували завершення процесу випалювання. Відсутність можливості вимірювати фізичні властивості виробів у процесі ведення кампанії випалювання підтверджує неможливість використання конкретних фізичних властивостей виробів згідно держстандарту як критерію керування процесом.

Враховуючи вищенаведену інформацію та аналіз літературних даних у роботі [1], як критерій якості продукції пропонується розглядати ентропію. Зміна стану вуглецевих матеріалів, що піддаються термічній обробці, супроводжується зміною їх термодинамічних властивостей. Зокрема, такі зміни в процесі випалювання будуть супроводжуватись зміною ентропії.

Ентропія твердого тіла складається з двох складових - конфігураційної і вібраційної, причому конфігураційна складова характеризує досконалість кристалічної структури твердого тіла. Чим більша структурна розпорядкованість, тобто чим менш досконала структура твердого тіла, тим більше його ентропія. Відповідно, можна зробити висновок, що кампанія випалювання вуглецевих виробів – процес, що йде в кінцевому підсумку зі зниженням ентропії (див рис. 1).

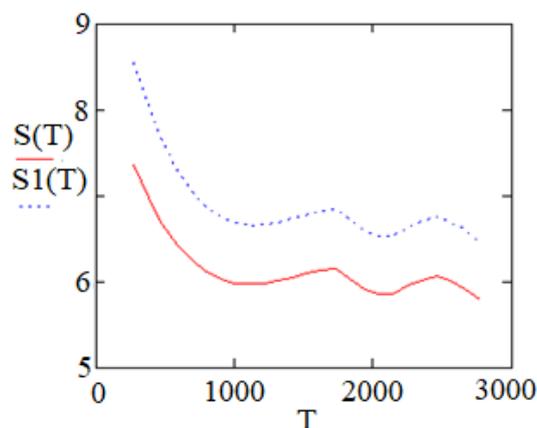


Рисунок 1 - Графік зміни ентропії при температурі обробки 1473 К та 1573 К

Таким чином, ентропія системи виступає як показник хаотичності розташування атомів вуглецю в вуглецевих речовинах: чим менше ентропія матеріалу, тим більш досконала його структура.

Якщо зменшення ентропії можна пов'язати зі зростанням впорядкованості структури матеріалу, то зростання ентропії вимагає вже іншого трактування. Ймовірно, підвищення ентропії вуглецевого матеріалу на передкристалізаційній стадії можна пов'язати з виникненням і формуванням наступної (турбоостратної) структури і процесами видалення гетероатомів з оброблюваної вуглецевої речовини [2].

Отже, якщо процес випалювання приймається як початок передкристалізаційної стадії, то зміна знаку зміни (приросту) ентропії з плюса на мінус буде характеризувати початок передкристалізаційної стадії, де тільки починається зростання впорядкованості структури.

Задача визначення перехідного значення ентропії зводиться до пошуку локального максимуму на площині ентропії (див. рис. 2.) при відомій кінцевій температурі обробки.

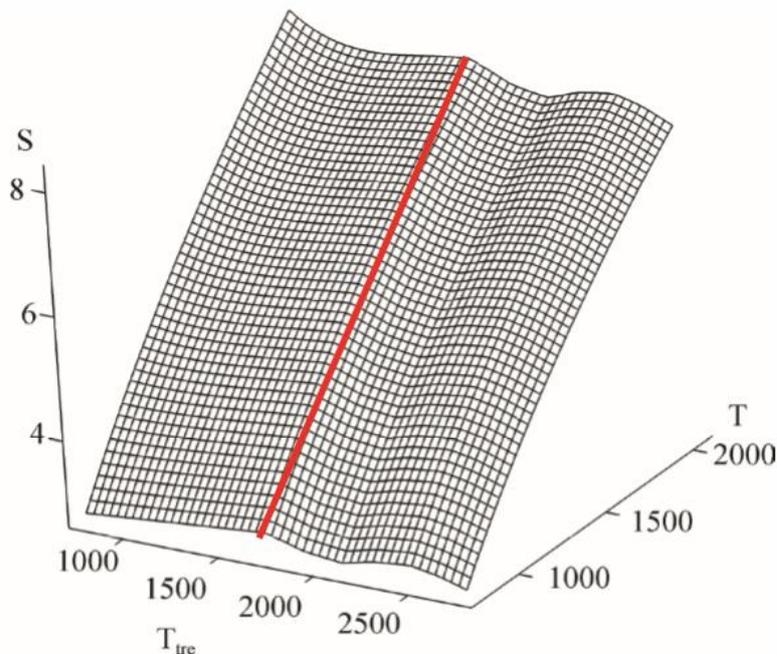


Рисунок 2 - Площина ентропії в залежності від температури обробки та поточної температури матеріалу

де S – ентропія, T – поточна температура, T_{trc} – кінцева температура обробки.

Відтак, застосування ентропії при веденні кампанії випалювання дозволяє визначити готовність продукції та завершення кампанії в цілому.

Перелік посилань:

1. Губинский М. В. Анализ энергетической эффективности печей для высокотемпературной термической обработки углеродных материалов [Текст] / М. В. Губинский, С. С. Федоров, Н. В. Ливитан, А. Г. Гогоци и др. // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. - 2013. - №2, - с. 92 – 96
2. Теплообмен в многокамерных печах обжига углеграфитовых изделий : монография / И.В. Пулинец [и др.] ; Мин-во образования и науки Украины, НТУУ “КПИ”. – Киев : НТУУ “КПИ”, 2014. – 175 с.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ МОДЕЛІ ФАНКОЙЛА ДЛЯ ПОБУДОВИ ЦИФРОВОГО ДВІЙНИКА

Використання блоків фанкойла є одним із розповсюджених рішень побудови системи опалення і кондиціонування в офісних і житлових приміщеннях. Адекватне представлення динамічних характеристик теплообмінника в перехідних умовах має вагомое значення в оптимізації керування високоенергоєфективними системами. Процес теплообміну в фанкойлі можна описати формулами 1 і 2, наведеними нижче.

$$m_w c_w \frac{dt_{w,out}}{d\tau} = G_w c_w (t_{w,in} - t_{w,out}) - a A (t_{w,out} - t_{a,out}) \quad (1)$$

$$m_a c_a \frac{dt_{a,out}}{d\tau} = G_a c_a (t_{a,in} - t_{a,out}) + a A (t_{w,out} - t_{a,out}) \quad (2)$$

Де m_a, m_w - маса повітря та маса води всередині фанкойла, кг; c_w, c_a - питома теплоємність води та питома теплоємність повітря, Дж/(кг · с); G_w, G_a - середній масовий потік через фанкойл, кг/с; a - коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м² · К); A - площа теплообміну, м²; $t_{w,in}, t_{w,out}$ - вхідна та вихідна температури теплоносія, К; $t_{a,in}, t_{a,out}$ - вхідна та вихідна температури повітря, К.

Використання точних аналітичних моделей потребує знання детальних фізичних властивостей фанкойла, таких як товщина оребрення, чи розміри труб, які часто виключаються з технічної документації виробника [1]. Ці параметри характеризують конструктивні характеристики конкретної моделі фанкойла та впливають на динаміку перехідних процесів передачі теплової енергії. Також варто зазначити, що коефіцієнт тепловіддачі a є нелінійною функцією, що залежить від середнього масового потоку G_w теплоносія і потоку повітря G_a , режиму течії, температурного напору, стану поверхні теплообмінника. Тому коефіцієнт тепловіддачі є не табличною величиною, а визначається, як правило, експериментально [2].

В умовах відмінних від системи з одним блоком фанкойла, маючи обмежені можливості до вимірювання повного набору параметрів для кожного блоку та врахування поведінки всього комплексу технологічного обладнання, точність моделювання об'єкта знижується. Створення цифрового двійника окремого фанкойла для побудови всього комплексу, має підвищити точність прогнозування поведінки об'єкта за рахунок використання цифрових датчиків, навчання моделей на основі історичних даних тощо.

Окрім математичної моделі фізичного процесу, для цифрового двійника важливі також конструктивні особливості та технологічні обмеження (рис 1). Тому, поряд з аналітичним описом процесу теплообміну, необхідно звертати увагу і на технічні рішення та властивості кожного компоненту. У результаті модель доповнюється описом статичних залежностей та динамічних характеристик не лише теплообмінника, а й приводу подачі теплоносія, датчиків, вентилятора.

Фанкойл як технічна система, що направлена на забезпечення заданої температури повітря в контрольованій зоні, працює у всьому діапазоні роботи клапану теплоносія, адже мікроклімат у приміщення визначається як тепловими потужностями системи опалення, так і станом навколишнього середовища. Робота у всьому діапазоні від повністю закритого до повністю відкритого стану клапану перетворює лінеаризовану модель процесу теплообміну в нелінійну, де явно виражені нелінійності типу «насичення» і «обмеження швидкості», тому що у якості електроприводу використовується електричний виконавчий механізм постійної швидкості. Датчик температури також характеризується інерційністю, що спричинена конструктивним виконанням –накладний чи занурювальний, у гільзі чи без, термopара чи термометр опору тощо.

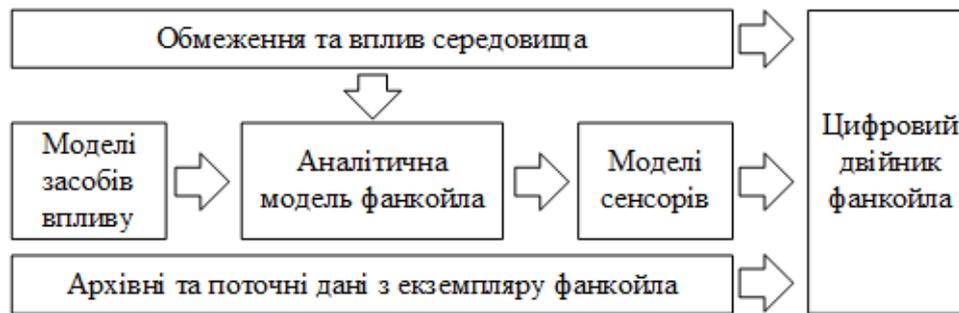


Рисунок 1 - Побудова цифрового двійника

Для побудови придатної для використання у цифровому двійнику фанкойла моделі мають бути визначені наступні компоненти:

1. Структура та початкові параметри моделі на основі аналітичних рівнянь теплообміну
2. Статичні характеристики виконавчих механізмів і регулюючих органів: вентилятора подачі повітря та електроприводу керування клапаном подачі теплоносія
3. Динамічні характеристики виконавчих механізмів: швидкість переміщення регулюючого органу для електроприводу, динаміка знімання тепла з поверхні теплообмінного апарату при різних швидкостях обертання вентилятора
4. Динамічні характеристики системи в цілому за результатом експерименту, з яких, маючи динаміку окремих компонентів, можна виділити «чисту» складову числових значень диференційних рівнянь. Порівняння аналітичного рішення та результатів обробки експерименту уточнить загальні параметри системи.

Для оцінки важливих для моделювання та побудови прогностичних моделей компонентів системи передбачені наступні експерименти:

1. Визначення сталої часу датчиків температури в умовах занурення в термостабілізоване середовище
2. Побудова динамічної характеристики переміщення виконавчого механізму та зв'язаного з ним регулюючого органу в часі
3. Визначення статичної залежності витрати теплоносія від положення регулюючого органу при номінальному гідравлічному режимі роботи системи подачі теплоносія за допомогою додатково встановленого лічильника теплоносія в циркулюючому контурі
4. Визначення та аналіз перехідних процесів температури повітря на виході з теплообмінника (та інших температурних показників) при переміщенні регулюючого органу на різну амплітуду та на різному діапазоні. Для першого набору експериментів обрано послідовності 0%→20%, 20%→40%, 40%→60%, 60%→80%, 80%→100%, 100%→80%, 80%→60%, 60%→40%, 40%→20%, 20%→0% та 0%→50%, 50%→100%, 100%→50%, 50%→0% при максимальній швидкості вентилятора. Такий набір дасть чітке розуміння про можливість лінеаризації моделі на певних ділянках та про ймовірну нелінійність комплексу «регулюючий орган – теплообмінний апарат» [3]. Тривалість кожного експерименту визначатиметься тестовими прогонками, які покажуть час гарантованого завершення перехідних процесів.

Отримана в результаті ідентифікації модель має стати основою для створення цифрового двійника фанкойла та поглиблення знань щодо об'єкта і його динамічних характеристик, що дозволить в подальшому нарощувати функціональні можливості двійника.

Перелік посилань:

1. Martinčević A., Vašak M., Lešić V. Identification of a control-oriented energy model for a system of fan coil units. *Control Engineering Practice*. 2019. Vol. 91, P. 104100.
2. Yao, Y., Huang, M., Mo, J., Dai, S. State-space model for transient behavior of water-to-air surface heat exchanger. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2013. Vol. 64, P. 173–192.
3. Пырков В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. Киев: Такі справи, 2007. — 252 с.

Аспірант Некрашевич О.В.
Доц., д.т.н. Волощук В.А.

ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ КРИТЕРІЇВ ЕКСЕРГЕТИЧНОГО АНАЛІЗУ В ЯКОСТІ КЛЮЧОВИХ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТІВ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

В теперішній час людство зіткнулося із гострою проблемою обмеженого запасу, важкодоступності викопних видів палива. Також серйозними є наслідки значного антропогенного навантаження через спалювання цих видів палива. У зв'язку з цим виникла потреба в розробленні та удосконаленні не тільки нових технологій отримання та ефективного використання енергоресурсів, але і нових методів й критеріїв оцінювання та аналізу цих технологій.

Одним із найбільш розповсюджених в теперішній час методів оцінювання ефективності теплоенергетичних систем базується на складанні та застосуванні рівнянь енергетичних балансів відповідно до Першого закону термодинаміки (так званий енергетичний або ентальпійний метод). У таких рівняннях різні види та форми передачі енергії аналізуються без урахування якості енергії, оскільки з позицій Першого закону всі форми енергії рівноцінні. У свою чергу це дає змогу визначити показники та критерії, що оцінюють ефективність процесів передачі та перетворення енергоресурсів без урахування їх термодинамічної недосконалості, обумовленої необоротностями. В результаті такі показники для різних процесів неможливо порівняти між собою з метою виявлення найбільш недосконалого процесу.

Мета роботи – обґрунтувати доцільність та переваги використання ексергетичних показників в якості ключових критеріїв енергетичної ефективності об'єктів теплоенергетики.

З точки зору здатності реалізувати той чи інший процес (виконання роботи, генерація електричної енергії, нагрівання, тощо) наявний або вхідний енергоресурс має відповідні можливості. Наприклад, для перетворення 1 кг води з температурою 30 °С та тиском 24 МПа в ізобарному процесі в перегріту пару з температурою 545 °С необхідно підвести 3187 кДж енергії. Таку кількість енергії можна отримати, якщо охолодити продукти згорання, що мають температуру як вище так і нижче 545 °С. Разом з тим, зрозуміло, що у першому випадку такий процес можна реалізувати на практиці, а у другому – ні.

З позицій існуючого енергетичного підходу ККД ефективності використання енергії палива у сучасному котлоагрегаті знаходиться на рівні 80...95 %. Згідно такого підходу втрати енергії (а це 15...20 %) складаються із: втрат теплоти із відхідними газами, від хімічної неповноти згорання, від механічної неповноти згорання, через обмурівку та втрат теплоти із фізичною теплою шлаків. При такому підході немає кількісного оцінювання найбільш цінних втрат. Зрозуміло, що одна і та ж кількість втраченої енергії від хімічної неповноти згорання та через обмурівку не є рівноцінними. Адже догорання горючих газів (СО, Н₂, СН₄, тощо) може забезпечити отримання продуктів згорання з набагато вищим енергетичним потенціалом ніж та ж сама кількість енергії, що виходить за межі установки через обмурівку котла. В теперішній час у сфері теплозабезпечення будівель пропонується використання конденсаційних котлів як енергоефективного джерела теплоти для систем опалення, оскільки ККД таких котлів, визначених на основі енергетичного балансу по відношенню до вищої теплоти згорання, знаходиться на рівні 94...96%. Разом з тим, якщо прийняти до уваги, що такі котли забезпечують подачу теплової енергії до споживача з температурою 20 °С (нормована температура повітря в більшості приміщень), то можна зрозуміти, що в даному випадку потенціал (придатність

для використання) енергії первинного палива (природного газу) з температурою згоряння 2000 °С практично повністю втрачається в процесах її трансформації та підводу до споживача. Саме ця термодинамічна недосконалість і повинна бути врахована у характеристиках котлоагрегатів.

Існуючі в науковій та особливо в інженерній практиці показники сумарно враховують вплив різних факторів на енергетичну ефективність установок без можливості роздільного оцінювання впливу кожної необоротності реальних процесів. Саме необоротності є причинами неефективного використання вхідного енергоносія. Наприклад, коефіцієнт трансформації, який характеризує ефективність теплового насоса з позицій Першого закону термодинаміки, надає односторонню характеристику. Він враховує сумарний вплив температур низькопотенційного джерела і споживача енергії та термодинамічної досконалості його циклу на ефективність трансформації енергії. Коефіцієнт трансформації не може сам по собі оцінити роздільно необоротності того чи іншого реального процесу в установці. Більше того, в окремих випадках цей параметр може дезорієнтувати дослідника

Кількісне оцінювання можливості реалізувати той чи інший процес в теплоенергетиці очевидне із застосуванням положень Другого закону термодинаміки, зокрема, на основі ексергетичного аналізу [1]. Існує ряд термінів і пояснень поняття ексергії. З. Рант, який і ввів цей термін, запропонував таке визначення ексергії – це є частина енергії, яка може бути повністю перетворена в інші види енергії [2].

Методи ексергетичного аналізу в найбільшій мірі розроблено та апробовано в промисловій теплоенергетиці [1]. Разом з тим, в останній час з'явився інтерес до використання цих методів у сфері теплозабезпечення будівель [2], у системах керування об'єктами теплоенергетики [3], а також для діагностування цих об'єктів [4].

Отже, завдяки сумісному застосуванню як Першого так і Другого законів термодинаміки, а також їх поєднанню із економічним та екологічним оцінюванням, є можливість визначення місць, значень, джерел, вартості і негативного впливу на довкілля термодинамічних втрат у процесах передачі та перетворення енергії. Саме ці методи з позицій єдиного підходу дають можливість розрахувати не тільки зовнішні втрати енергетичних ресурсів (втрати через теплову ізоляцію, з відхідними газами, тощо), визначення яких забезпечується існуючим енергетичним або ентальпійним методом, але й внутрішні, обумовлені необоротністю процесів.

Перелік посилань:

1. Sciubba E. A brief Commented History of Exergy From the Beginnings to 2004 [Text] / E. Sciubba, G. Wall // International Journal of Thermodynamics. – 2007. – Vol. 10, No. 1. – P. 1–26.
2. Hepbasli A. Low exergy (LowEx) heating and cooling systems for sustainable buildings and societies [Text] / A. Hepbasli // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2012. – Vol. 16(1). – P. 73–104.
3. Sangi R. Application of the second law of thermodynamics to control: A review [Text] / R. Sangi, D. Müller // Energy. – 2019. – Vol. 174. – P. 938–953.
4. Wang L. Malfunction diagnosis of thermal power plants based on advanced exergy analysis: The case with multiple malfunctions occurring simultaneously [Text] / L. Wang, P. Fu, N. Wang, T. Morosuk, Y. Yang, G. Tsatsaronis // Energy Conversion and Management. 2017. Vol. 148. P. 1453–1467.

Аспірант Маріяш Ю.І.
Доц., к.т.н. Степанець О.В.

ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ПАРАМЕТРАМИ ДУТТЬОВОГО РЕЖИМУ КИСНЕВОГО КОНВЕРТЕРА

Кисневий конвертер призначений для виробництва сталі з рідкого чавуну та сталевих брухту при продуванні киснем. Сьогодні отримання сталі за допомогою киснево-конвертерного процесу (ККП) є найпопулярнішим у світі та набуває все більшого розповсюдження. Згідно статистичних даних частка ККП у світі складає 71.6% станом на кінець 2019 р. (70.8% станом на 2018 р.) [1]. В останні роки актуальними методами зниження вартості киснево-конвертерної сталі є засвоєння проектної потужності агрегатів, підвищення стійкості футерівки конвертерів, оптимізація та автоматизація технологічного процесу.

Основним недоліком ККП є обмежена можливість збільшення частки металевих брухту. Для виготовлення сталі, в агрегат завантажують металевий брухт з часткою до 30% від металевих частини, решта рідкий чавун, який є значно дорожчим. На сьогоднішній день відомо декілька способів підвищення частки брухту у шихті: попередній підігрів металевих брухту поза конвертером та допалювання монооксиду до діоксиду вуглецю у порожнині конвертера [2]. Гази, які відходять з конвертера, в основному складаються з СО, тому ефективним методом є допалювання СО до СО₂, так як він не потребує додаткового устаткування, а для досягнення бажаних показників достатньо керувати параметрами дуттьового режиму, такими як положення фурми і витрати кисню.

Враховуючи орієнтованість підприємств на максимізацію прибутку, як загальний критерій якості прийнято вважати питому собівартість сталі заданої марки. Завдання запропонованого підходу полягає керуванні параметрами дуттьового режиму (рис.1) для встановлення оптимального вмісту СО₂, що забезпечать мінімум питомої вартості сталі при наявності обмежень та граничних умов протікання технологічного процесу киснево-конвертерної плавки.

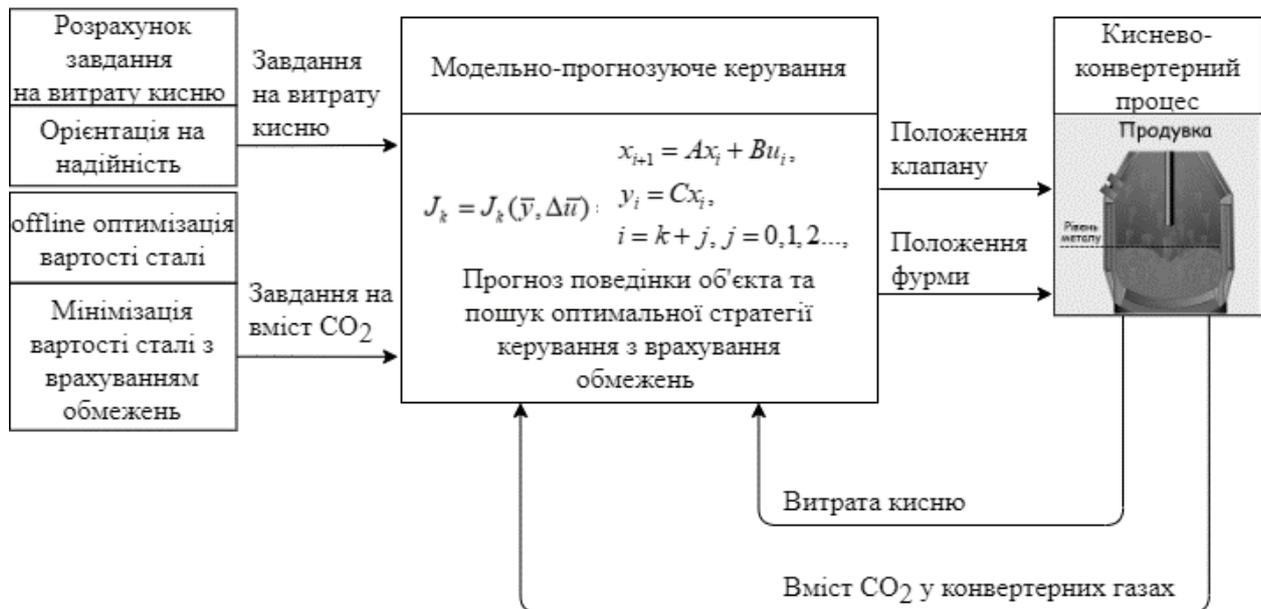


Рисунок 1 - Структурна схема системи керування

Регулювання вмісту CO₂ у конвертерних газах потребує застосування сучасних методів керування та є показовим для модельно-прогнозуючого керування. Встановлено, що при визначеному хімічному складі чавуна тепловий режим процесу залежить від швидкості зневуглецювання, ступеня допалювання СО до CO₂ та кількості оксидів заліза у шлаку, що, в свою чергу, залежать від відстані фурми до рівня спокійної ванни [2].

Проблемою керування є нестационарність процесу зневуглецювання. Процес зневуглецювання, описується аперіодичною ланкою першого порядку, коефіцієнт передачі й постійна часу якої залежить від періоду плавки й тривалості продувки. Об'єкт керування (1) “зміна положення фурми - вміст CO₂” описується диференціальним рівнянням:

$$T_{v_c} T_{\gamma_{CO_2}} \frac{d^2 \gamma_{CO_2}}{dt^2} + (T_{v_c} + T_{\gamma_{CO_2}}) \frac{d\gamma_{CO_2}}{dt} + \gamma_{CO_2} = k_{\gamma_{CO_2}}^H H \quad (1)$$

де γ_{CO_2} [%] - вміст CO₂; H [м] – відстань фурми над рівнем спокійної ванни; T_{v_c} , $T_{\gamma_{CO_2}}$ [с] – сталі часу; $k_{\gamma_{CO_2}}^H$ $\left[\frac{\%}{\text{м}}\right]$ – коефіцієнт передачі.

Модельно-прогнозуюче керування базуються на математичних методах оптимізації з використанням прогнозуючих моделей. Підхід використовує математичну модель об'єкта, початковими умовами для якої служить її поточний стан. При заданому управлінні виконується прогноз руху об'єкта на деякому кінцевому відрізку часу (горизонті прогнозу). Виконується оптимізація управління, метою якого служить наближення регулюючих змінних прогнозуючої моделі до відповідного заданого значення на горизонті прогнозу. Реалізується знайдене оптимальне управління і здійснюється вимір (або відновлення по вимірним змінним) фактичного стану об'єкта на кінець кроку. Починаючи з наступного кроку прогноз та пошук оптимального керування повторюються для нового стану об'єкта [3]. Модельно-прогнозуюче керування зводиться до звичайного пропорційного зворотного зв'язку (регулятору) по стану об'єкта, який принципово не відрізняється від LQ-оптимальних регуляторів. Але ситуація принципово змінюється, якщо враховувати обмеження на керуючий вплив та стан об'єкта, що суттєво обмежує множину регуляторів у задачі LQ-оптимізації. Отримання точного оптимального рішення в реальному часі досить проблематичне, що суттєво підвищує обґрунтованість застосування MPC-стратегії. Основною перевагою MPC-підходу, що визначає його успішне використання в практиці побудови та експлуатації систем управління, служить відносна простота базової схеми формування зворотного зв'язку, що поєднується з високими адаптивними властивостями.

У результаті застосування запропонованого підходу, в порівнянні з плавками валового виробництва, очікуються наступні результати: збільшення переробки лому до 5%, стійкості футерування до 3%, зниження тривалості продувки до 5%, збільшення маси виплавленої придатної сталі до 0.5%. Загалом запропонований підхід дозволяє знизити питому собівартість сталі до 0.5%.

Перелік посилань:

1. Basson E. Steel Statistical Yearbook 2020 concise version. Brussels, Belgium: World Steel Association, 2020. 46 p.
2. Богушевский В. С., Сухенко В. Ю., Василенко Б. В. Управления конвертерной плавкой в режиме энергосберегающей технологии. Энергоресурсозбережения в металлургийной промышленности. 2016. С. 70-71.
3. Morato M. M., Normey-Rico J. E., Sename O. Model predictive control design for linear parameter varying systems: A survey. Annual Reviews in Control. 2020. vol. 49, pp. 64-80. DOI: 10.1016/j.arcontrol.2020.04.016.

Аспірант Шрам Д.О.
Доц., к.т.н. Степанець О.В.

СТРАТЕГІЇ УДОСКОНАЛЕНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ПАРОВОГО КОТЛА ВИРОБНИЧОЇ КОТЕЛЬНОЇ

Парові котли на виробництві генерують пару для потреб технології. Керувати процесом роботи котла надзвичайно складно - це вкрай нелінійний процес, його динаміка змінюється залежно від навантаження. Навантаження ж, в свою чергу, нестабільне та швидкозмінне, що диктується режимами роботи споживачів пари. Особливо це актуально для котлів на твердому паливі, що є інерційними об'єктами, яким потрібен час для відпрацювання зміни навантаження. Це ускладнює роботу засобів автоматизації в умовах непередбачуваного відбору пари на виробничі потреби.

Типові алгоритми керування в енергетичних системах склалися понад півстоліття тому і припускають проектування системи управління у вигляді окремих лінійних підсистем з класичними лінійними регуляторами. Такий підхід зазвичай не враховує взаємодію контрольованих змінних або вплив навантаження на динаміку котла – оперативне втручання залишається на розсуд оператора. Крім того, лінійні регулятори не дозволяють враховувати ряд важливих нелінійностей об'єкта управління: обмеження амплітуди і швидкості її наростання для виконавчих механізмів, обмеження на деякі параметри. У результаті узгоджене налаштування всіх регуляторів вимагає великих часових витрат, при цьому отримання економічного чи оптимального за обраним критерієм керування не гарантовано.

Можна покращити управління котлом, застосовуючи багатоваріантні або нелінійні стратегії прогнозуючого управління. Прогнозуюче керування - це підхід до керування на основі моделі об'єкта. Так як вид моделі може бути обраний окремо від алгоритму оптимізації чи цільової функції, то сам підхід дає широкі можливості до застосування у практичних задачах різного гатунку. Перевагами цього підходу є простота концепції, можливість використання у багатопараметричних системах, відносна легкість налаштування, врахування існуючих обмежень. Такі системи можуть бути використані як для окремих режимів роботи обладнання [1], так і у випадках всережимного функціонування.

Існує багато алгоритмів модельно-прогнозуючого керування, що відрізняються структурою моделі, яка відображає динамічні характеристики об'єкта, способами врахування наявних обмежень, неточностей моделі та шумів, цільовими функціями [2]. Прикладами регуляторів в подібних системах можуть бути нечіткий лінійний прогнозуючий регулятор, який базується на декількох лінеаризованих моделях установки, та нелінійний прогнозуючий регулятор, заснований на одній нелінійній моделі установки.

Так як важливим елементом прогнозуючого регулятора є оптимізація цільової функції, то у загальному вигляді постановку її задачі у лінійно-квадратичному формулюванні можна описати як

$$\begin{cases} J = (Y_{зад} - Y)^T Q (Y_{зад} - Y) + \Delta U^T R \Delta U \rightarrow \min_{\Delta U}, \\ Y_{\min} \leq Y \leq Y_{\max}, \\ \Delta U_{\min} \leq \Delta U \leq \Delta U_{\max} \end{cases} \quad (1)$$

де $Y_{зад}$ - вектор заданих значень, Y - вектор параметрів системи, ΔU - вектор приростів керуючих дій, Q, R - вектори вагових коефіцієнтів складових цільової функції, елементи

з індексами \min та \max – мінімальні та максимальні обмеження на величини або їх зміну відповідно.

Вектори параметрів системи та керуючих впливів можуть включати як значення з попередніх кроків, так і вірогідні значення на горизонті прогнозування – це залежить від конкретної реалізації стратегії керування.

Класичний модельно-прогнозуючий регулятор за результатами оптимізації встановлює регулюючі органи в положення, визначене для першого кроку оптимальної траєкторії. Фактично, об'єкт керування охоплюється зворотними зв'язками з пропорційними регуляторами, які мають змінні коефіцієнти пропорційності. За наявності достатньо точної, хоч і спрощеної моделі об'єкта, можливо отримати перехідні процеси заданої якості. Перерахунок всієї оптимальної траєкторії контрольованих змінних завдяки бажаному положенню регулюючих органів на всьому горизонті передбачення, де за початкові умови береться стан об'єкта на поточному кроці, дозволяє коригувати поведінку у випадку відхилення змінних від прогнозованого стану.

Advanced Process Control (APC), маючи в своїй основі модельно-прогнозуюче керування, не впливає безпосередньо на виконавчі механізми. Він взаємодіє з локальними регуляторами, встановлюючи їм визначені в результаті оптимізації задані значення (рис. 1). Таким чином можливе поєднання переваг новітніх досягнень в інтелектуальному керуванні з надійністю класичних рішень.



Рисуюнок 1 - Структурна схема керування паровим котлом

На локальному рівні частіше за все застосовуються регулятори сімейства ПІД або їх модифікації. Їх параметри налаштувань підбираються або під стабілізацію технологічної змінної або забезпечують задані показники якості регулювання при відпрацюванні уставки. В умовах, коли задані значення розраховуються системою вищого рівня і не є стаціонарними впродовж тривалого часу, перспективним можна вважати застосування у якості регуляторів таких алгоритмів, що одночасно і протидіють збуренням і витримують змінну траєкторію заданих значень. У цьому плані можна рекомендувати регулятори типу RST як такі, що структурно реалізують дві ступені свободи та можуть забезпечити необхідну стійкість контурів.

Перелік посилань:

1. Роде М., Франке Р., Крюгер К. Модельно-прогнозируемое управление пуском первого котла (BoilerMax). ABB Review. 2003. №3. С. 30-36.
2. Keatipod P., Banjerdpongchai D. Design of Supervisory Cascade Model Predictive Control for Industrial Boilers: Proceedings of 2016 International Automatic Control Conference (CAC), Taichung, Taiwan, 09 November – 11 November, 2016. P. 122–125.

УДК 681.518.5

Магістрант 2 курсу, гр. ТО-91мн Багінський В.О.
Доц., к.т.н. Степанець О.В.

ПРЕДИКТИВНА САМОДІАГНОСТИКА ЯК МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ ТА СИГНАЛІЗАЦІЇ НЕЯВНОГО ВИХОДУ З ЛАДУ ОБЛАДНАННЯ

Жодне обладнання не виходить з ладу миттєво та без причини. При закінченні ресурсу у певного вузла або механізму завжди з'являються дані які прямо або опосередковано на це вказують. На прикладі навчального стенду опалення, функціональна схема якого зображена на рис.1, розглянемо наглядні приклади даних, що свідчать про неправильне функціонування обладнання.

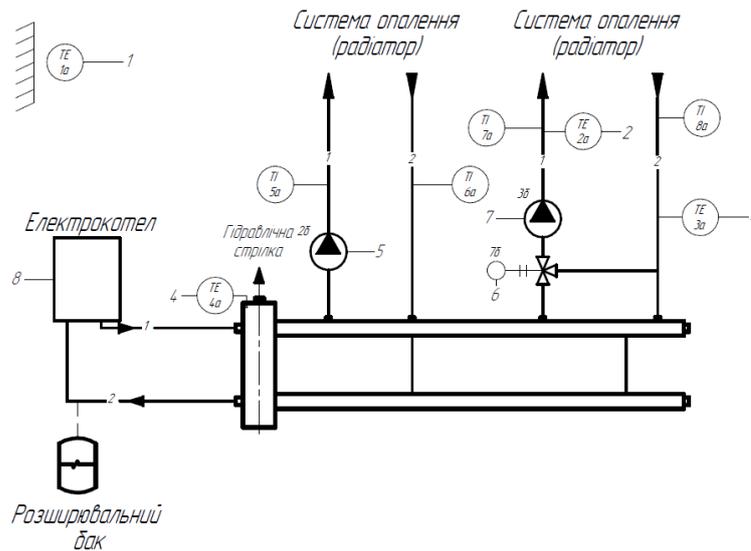


Рисунок 1 - Функціональна схема стенду

Найнебезпечніше при неявному виході з ладу обладнання - це спотворення даних, тобто хибні показання датчиків викликані, виходом з ладу самих датчиків або обладнання. Такого роду поломка не виявляється штатними системами автоматики та залишається непомітною для оператора при наявності системи диспетчеризації. Зображений на рис.2 графік яскраво показує спотворення даних.

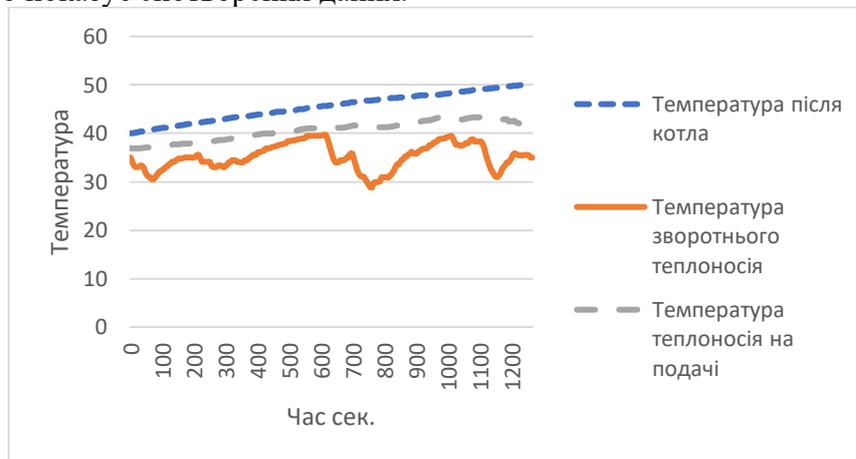


Рисунок 2 - Візуалізація хибних даних від датчиків.

Як видно з рис.1, теплоносій нагрівається електричним котлом з вбудованим електричним насосом, після нагрівання теплоносій потрапляє до гідравлічної стрілки з колекторами, що зумовлює вирівнювання тисків в контурах опалення. Гарячий теплоносій

за допомогою циркуляційних насосів потрапляє до радіаторів, після чого повертається до колектора зворотного теплоносія та знову проходить цикл нагрівання. Такі коливання температури викликані впливом зовнішнього середовища, а саме потоками холодного повітря через відкрите вікно, на давачі, адже вони встановлені на трубах і не мають безпосереднього контакту з теплоносієм та не мають теплової ізоляції. За виробничих умов такі дані свідчать про неправильну роботу давача і необхідність його заміни. При правильному роботі обладнання візуалізація даних повинна відповідати рис.3.

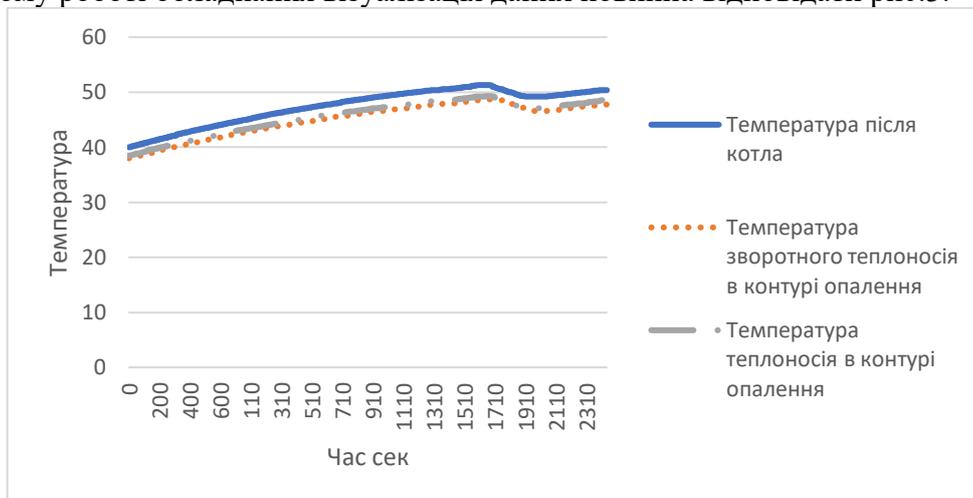


Рисунок 3 - Графік нормальної роботи стенду

Один з перспективних способів виявлення такого роду поломки – система самодіагностики. Для HVAC систем можна застосувати два різновиди [1]:

- феноменологічний – виявлення майбутньої поломки по відмінностям між штатною роботою та аварійною які базуються на архівних даних;
- модельно-орієнтовний – створення моделі, орієнтуючись на технічну інформацію обладнання. Метод також використовує порівняння, але в даному випадку це порівняння між даними реальної роботи та даними, які були згенеровані моделлю при заданні ідентичних з реальною установкою вхідних даних.

Феноменологічний метод доцільно застосувати для задачі класифікації стану обладнання, адже в реальних умовах не завжди вдається зібрати дані при виході обладнання з ладу. Модельно-орієнтовний метод дозволяє не тільки класифікувати стан обладнання, а й на основі моделювання дати прогноз стосовно залишкового часу функціонування обладнання. Обидва метода можна реалізувати за допомогою застосування машинного навчання нейромережі. У випадку феноменологічного підходу нейронна мережа буде вирішувати задачу класифікації і буде навчатись на даних нормальної роботи обладнання, виявляючи аномальні показники під час роботи обладнання. При модельно-орієнтовному методі можна отримати оптимальні параметри для моделі машинного навчання. Результат роботи є ймовірність виходу з ладу що дозволяє визначити поріг спрацювання оповіщення необхідності обслуговування [2].

Вихід з ладу обладнання не тільки можна але й потрібно відслідковувати, своєчасне виявлення місця найвірогіднішої поломки та оцінка часу залишкової роботи – полегшать роботу багатьох підприємств та заощадять значні ресурси на обслуговуванні та ремонті обладнання

Перелік посилань:

1. Riccardo Satta, Stefano Cavallari, Eraldo Pomponi, Daniele Grasselli, Davide Picheo, Carlo Annis. A dissimilarity-based approach to predictive maintenance with application to HVAC systems. *CGnal Research Papers Series*. 2017. С.20.
2. Li-Hua Li, Chang-Yu Lai, Fu-Hsiang Kuo and Pei-Yu Chai. Predictive Maintenance of Vertical Lift Storage Motor Based on Machine Learning. *International Journal of Applied Science and Engineering* .2019. №13. С.109-118.

Магістрант 1 курсу, гр. ТА-01мп Арзікулов Т.С.
Ст. викл. Грудзинський Ю.Є.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ СПАЛЮВАННЯ ГАЗУ

В наш час вже існує широка теоретико-дослідницька база вивчення процесів горіння, визначення складу палива по характеристикам газового факелу, визначення температури горіння. Але існуючі методи більш придатні лише для зняття характеристик факелу. У випадку регулювання ефективності спалювання газу присутня велика доля невизначеності, яка пов'язана як з динамікою зовнішнього середовища, так і якістю палива. Застосування методів комп'ютерного зору дає можливість в реальному часі врахувати ці особливості. Ціллю роботи є виявлення придатності використання окремих алгоритмів комп'ютерного зору та машинного навчання в процесах управління та регулювання спаленням газу та визначення їх надійності.

Основою проведення цього дослідження є вивчення та розробка ефективних алгоритмів керування процесом горіння різних газів, які мають різні області електромагнітного випромінювання в процесі спалювання. Будь які речовини в процесі нагріву випромінюють в тому чи іншому спектрі, або в декількох одночасно (див. рис. 1)

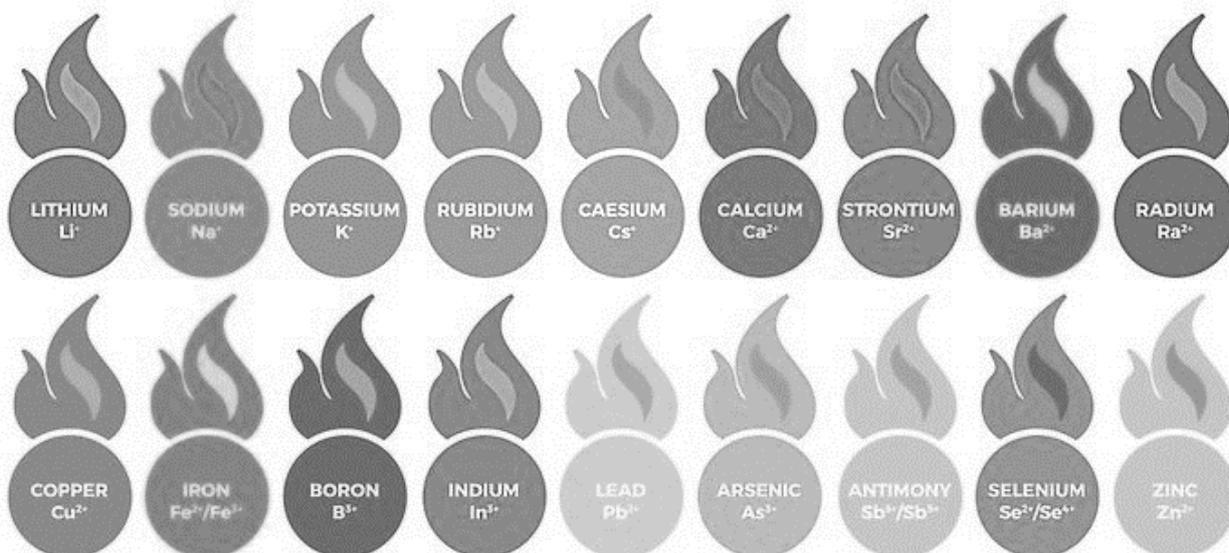


Рисунок 1 - Наочне зображення різниці видимого випромінювання при горінні різних речовин.

При наявності домішок, горіння газу супроводжується генерацією випромінювання у відповідному спектрі. Довжина хвилі теплового випромінювання залежить від температури речовини. Тіла, гази, рідини нагріті до температури в кілька сотень градусів генерують електромагнітне випромінювання в діапазоні 2,5...5 мкм (середній інфрачервоний діапазон).

Для фіксації більшої частини випромінювання, що генерується, використовуються мультидіапазонні камери. Аналізуючи зображення процесу горіння, можливо зняти спектральну характеристику зображення (характеристику спектрального випромінювання полум'я). При неякісному горінні газу виділяються продукти неповного згорання, що залишають відповідний слід на спектральній характеристиці полум'я. Виявивши неповне згорання палива в топці, збільшуємо подачу повітря, або кисню, з цілю оптимізації процесу спалювання газу.

Неможливо забезпечити постійну якість палива й постійну спектральну характеристику полум'я в одних і тих самих режимах горіння. Виникає невизначеність, пов'язана з якісним складом палива, необхідність адаптації системи керування подачі газо-повітряної суміші через горілку до складу палива.

Використання системи комп'ютерного зору з алгоритмами машинного навчання дозволяє вирішити питання адаптації при використанні додаткових сигналів (температури в топці, при усталеній витраті газу; вмісту кисню в димових газах). Знайшовши точку оптимуму, визначаємо відповідно спектральну характеристику полум'я.

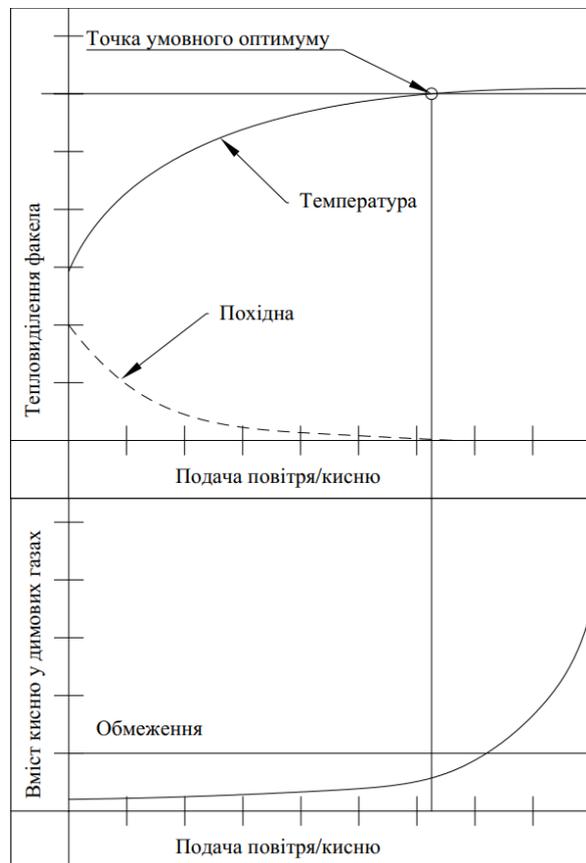


Рисунок 2 - Умовне зображення залежності температури від подачі кисню.

технологіях комп'ютерного зору та машинного навчання мають бути комплексними та містити інформаційні канали по температурі в топці, вмісту кисню в димових газах та спектральній характеристиці спалюваної суміші. Сучасні засоби обчислювальної техніки дозволяють проводити аналіз зображення із необхідною частотою для забезпечення повноти інформації про технологічний процес.

Перелік посилань:

1. Gennaro Cardone. An overview on hypersonic flow research with infrared thermography. Présentations QIRT 2006-B URL: <http://dx.doi.org/10.21611/qirt.2006.b>
2. Лобода Е.Л., Рейно В.В., Агафонцев М.В. Применение термографии при исследовании процессов горения. –Томск: Изд-во Том. ун-та, 2016. – 80 с
3. Прошкин Ю. А. Применение технологий компьютерного зрения и спектрального анализа для неинвазивных методов исследования растений. *Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Том 67. N2(39); с. 107-114.*
4. Рейнхард Клетте. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы/ пер. с англ. А. А. Слинкин. – М.: ДМК Прес, 2019. – 519с.: ил.

Вирішено, що для ідентифікації системи варто використовувати модифікований генетичний алгоритм, а саме еволюційне програмування, з фіксованою структурою програми. Алгоритм модифікується за принципом дерева рішень, що допомагає покроково змінювати коефіцієнти моделі за деякими правилами, поступово наближаючи процес горіння до точки оптимуму. Ідентифікація моделі проходить періодично в усталеному режимі та за різких змін параметрів горіння.

Регулювання подачі газо-повітряної суміші за спектральною характеристикою полум'я повинно значно підвищити якість та швидкість протікання перехідних процесів.

Висновки:

Сучасні методи та засоби технологій комп'ютерного зору та машинного навчання мають необхідну технічну та методологічно-теоретичну базу, достатню для використання цих технологій при побудові систем автоматичного регулювання та управління певними технологічними процесами. Адаптивні системи управління та регулювання процесів горіння засновані на

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ НА БАЗІ ВАКУУМНОГО ВСЕСЕЗОННОГО СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА

Сьогодні весь цивілізований світ прагне використовувати технології, які дозволяють перейти з традиційних джерел енергії на відновлювальні. Одним з найдоступніших видів систем альтернативної енергетики, які використовуються в побуті є геліосистеми для гарячого водопостачання (ГВП). На даний момент сонячні колектори досить поширені в Україні, а саме в південному, центральному та західних регіонах. Це пояснюється тим, що саме в цих регіонах внаслідок їх географічного положення значно більший притік сонячної інсоляції, ніж на півночі. Проте, геліосистема – це лише джерело енергії, яке виробляє теплову енергію пропорційну сонячній інсоляції. Тому використання тільки сонячного колектора є не раціональним з точки зору виробленої та спожитої теплової енергії [1].

В основному, розрізняють три типи сонячних колекторів: пласкі, вакуумні сезонні та вакуумні всесезонні геліосистеми. Щодо плаского сонячного колектора, його можна використовувати весь рік, він досить простий в питанні монтажу, але має низьку потужність, порівняно з всесезонним вакуумним колектором. Сезонні вакуумні колектори розраховані більше на роботу в теплу пору року (рекомендовано використовувати в період з квітня по жовтень), або на роботу у більш теплих кліматичних зонах. Ця особливість зумовлена тим, що даний тип геліосистеми має в конструкції бак, в якому, в якості теплоносія, знаходиться вода. Так як вода є і теплоносієм в системі, якщо колектор не «законсервувати» на зимовий період, то, в залежності від погодних умов, є великий шанс того, що вся система вийде з ладу через прорив труб або негерметичних з'єднань. Щодо всесезонних геліосистем, то вони розраховані для роботи протягом всього року, адже в якості теплоносія тут використовується пропіленглікольводяна суміш. До того ж, всесезонні геліосистеми мають бак-акумулятор, який знаходиться окремо від сонячного колектора, переважно в приміщенні, яке обігрівається. Ще однією особливістю таких геліосистем є використання вакуумних трубок з боросилікатного скла, що призводить до більшої потужності в порівнянні з пласким сонячним колектором. Отож, щоб отримати максимально ефективну систему для нагріву води для ГВП, необхідно використовувати вакуумний всесезонний колектор в поєднанні з системою автоматизації.

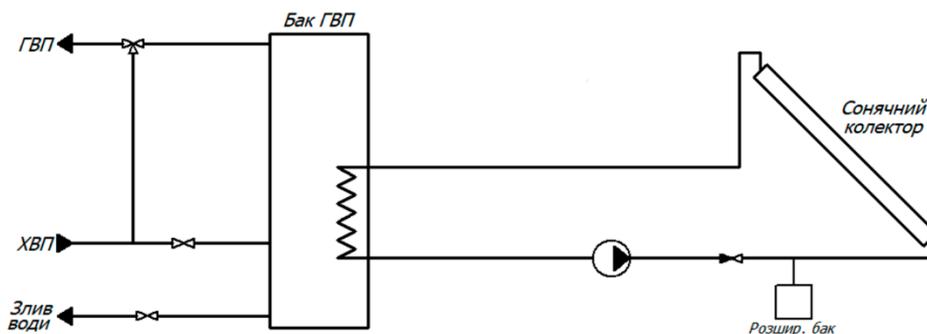


Рисунок 1 - Типова схема системи ГВП на базі вакуумної всесезонної геліосистеми

Система автоматизації сонячного колектора складається з таких частин: датчик температури в верхній та нижній частині баку, датчик температури в сонячному колекторі, насос з аналоговим керуванням, триходовий клапан для змішування гарячої та

холодної води, а також двоходові клапани на лінії холодного водопостачання (ХВП) та лінії зливу води. Щодо програмної частини, є набір алгоритмів, які необхідно реалізувати в даній системі для забезпечення максимальної ефективності геліосистеми [2]:

- 1) Функція різниці температур. Дана функція запускає/вимикає насос тільки тоді, коли різниця температур (ΔT) між колектором і баком досягає заданої різниці температур відповідно. Це необхідно для того, щоб забезпечити максимально ефективний теплообмін між теплоносієм в контурі колектора та водою всередині бака-акумулятора. Наприклад, якщо ΔT включення складає 8°C , а ΔT виключення складає 4°C , температура в нижній частині баку складає 40°C , то тільки тоді, коли температура колектора підніметься до 48°C , насос ввімкнеться. Тоді, коли температура колектора впаде до 44°C – насос вимкнеться. Також передбачений режим керування насосом аналоговим сигналом, що дозволяє, змінюючи об'ємну витрату насосу, підтримувати постійну різницю температур між колектором та баком-акумулятором.
- 2) Функція охолодження колектора. Перед тим, як температура на колекторі досягне максимального заданого рівня, вмикається насос для того, щоб прокачати теплоносій по всій системі і знизити його температуру за рахунок тепловтрат на трубопроводі та теплообміннику бака-акумулятора.
- 3) Функція охолодження бака-акумулятора. Якщо температура бака перевищує максимально задану, а температура теплоносія в колекторі на 5°C нижча за температуру бака, вмикається насос. Потужність насосу зменшується при приближенні до заданої температури води. Це дозволяє знизити температуру бака за рахунок тепловтрат на сонячному колекторі.
- 4) Функція захисту від розмноження бактерій всередині бака-акумулятора. Якщо температура баку акумулятора протягом 7 днів не піднімається вище 70°C , то вмикається ТЕН, який нагріває та підтримує температуру води на рівні 70°C протягом 5-10 хвилин, внаслідок чого висока температура вбиває шкідливі бактерії.
- 5) Функція «вихідного». Ця функція активується вночі. Теплоносій буде циркулювати з бака-акумулятора в колектор для того, щоб внаслідок тепловтрат на колекторі понизити температуру бака та запобігти проблемі високого теплового навантаження через повністю нагрітий бак-акумулятор. Цю функцію необхідно активувати в ручному режимі тоді, коли користуватися ГВС не будуть протягом тривалого часу.
- 6) Функція вмикання резервного нагрівання. Дана функція дозволяє задавати необхідні часові проміжки нагріву води бака-акумулятора від резервного джерела (в даному випадку ТЕН). Ця функція досить корисна в зимовий період, коли тепловтрати теплоносія збільшуються і необхідно підтримувати необхідну температуру всередині бака-акумулятора.

Геліосистеми зараз набирають популярність через свою ефективність та невелику вартість порівняно з традиційними джерелами енергії. Тому грамотно спроектована система автоматизації для них дасть можливість підвищити ефективність та значно зменшити термін окупності систем на базі сонячних колекторів.

Перелік посилань:

1. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії / [О. І. Соловей, Ю. Г. Лега, в. П. Розен та ін.]. – Черкаси : ЧДТУ, 2007. – 483 с.
2. Назаренко А.О. Система керування теплоспоживанням будівель з комбінованим тепlopостачанням і використанням сонячної енергії : дис... канд. техн. наук: 05.14.01 / Інститут технічної теплофізики. Київ, 2016. 185 с.

ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОКАЛОРИФЕРА ДЛЯ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ

При проектуванні виробничих комплексів повинні бути всебічно обґрунтовані питання, пов'язані із забезпеченням якості повітряного середовища і нормованих параметрів мікроклімату. З огляду на високу ціну виготовлення, монтажу та експлуатації систем вентиляції та кондиціонування повітря, до якості інженерних розрахунків пред'являються підвищені вимоги. При проектуванні і налаштуванні систем автоматизації вентиляційних установок використовують математичні моделі. У роботі розглядається математична модель електрокалорифера, яка розроблена на основі моделі водяного калорифера [1] та моделі приміщення [2].

Розрахункова схема електрокалорифера та приміщення із матеріальними потоками наведена на рис. 1. Нагрівання припливного повітря у електричному калорифері відбувається за допомогою термоелектричних нагрівачів (ТЕН), які приєднані до живлення через напівпровідникове реле. Напівпровідникове реле змінює електричну потужність $N_E(t)$, ТЕНи в свою чергу нагріваються до температури $\theta_E(t)$. Вважаємо, що вся електрична потужність використовується на нагрів повітря. Також, до калорифера надходить повітря з витратою $G_A(t)$. Вхідне повітря має температуру $\theta_{A0}(t)$. Калорифер має розміри: L – глибина, C – ширина і H – висота, а приміщення – об'єм $V_A = H_1 \cdot L_1 \cdot C_1$. Від електрокалорифера надходить повітря з температурою $\theta_{A1}(t)$. У кімнаті наявний теплообмін між обладнанням з потужністю $N_{E1}(t)$ та стінами з температурою θ_S . Температура повітря у приміщенні $\theta_A(t)$. Температура ззовні становить $\theta_N(t)$.

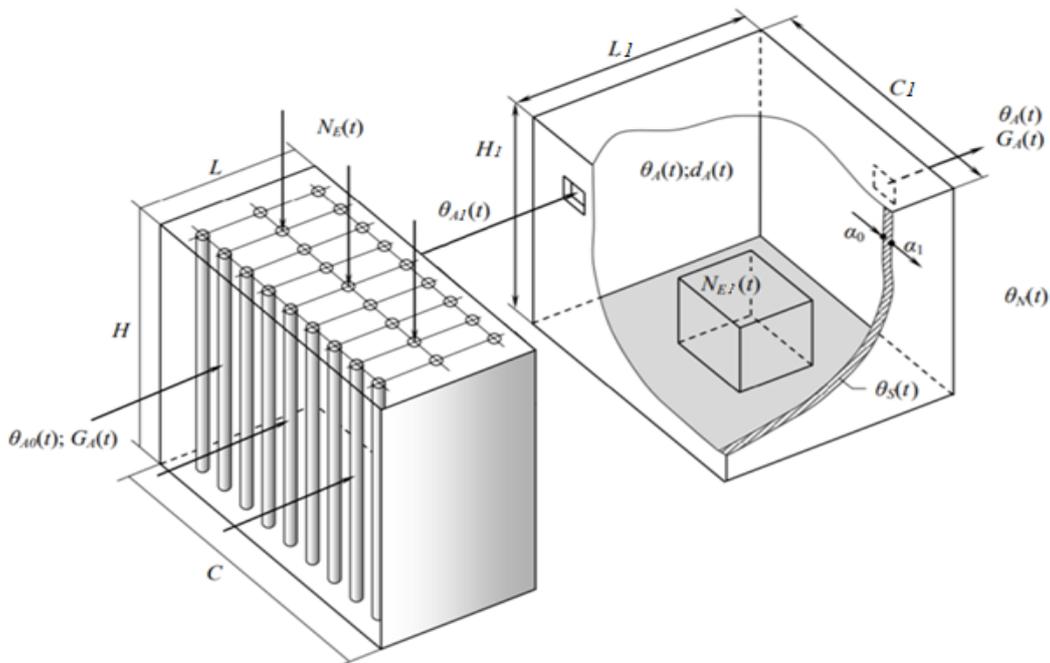


Рисунок 1 - Розрахункова схема для моделювання

Наведемо рівняння теплового балансу для кожного елементу електричного калориферу. Тепловий баланс ТЕНу:

$$N_E - \alpha_e F_0 (\theta_E - \theta_{A1}) = M_E c_E \frac{d\theta_E}{dt}, \quad (1)$$

де c_E – теплоємність ТЕН (дана величина усереднена, бо ТЕН складається з різних матеріалів, теплоємність у яких різна), M_E – маса ТЕНів, α_e – коефіцієнт тепловіддачі між повітрям у середині калорифера і зовнішньою поверхнею ТЕНів, F_0 – площа поверхні ТЕНів. Спростимо рівняння (1) та отримаємо:

$$T_E \frac{d\Delta\theta_E}{dt} + \Delta\theta_E = k_0 \Delta N_E + k_1 \Delta\theta_{A1}, \quad (2)$$

де $K_E = \alpha_e F_0$, $T_E = \frac{c_E M_E}{K_E}$, $k_0 = \frac{1}{K_E}$, $k_1 = 1$.

Отримаємо рівняння теплового балансу для повітря калорифера:

$$G_A c_A (\theta_{A0} - \theta_{A1}) + \alpha_e F_0 (\theta_E - \theta_{A1}) = M_A c_A \frac{d\theta_A}{dt}, \quad (3)$$

де c_A – теплоємність повітря, M_A – маса повітря в об'ємі калорифера. Спростимо рівняння (3) та отримаємо:

$$T_A \frac{d\Delta\theta_{A1}}{dt} + \Delta\theta_{A1} = k_2 \theta_E + k_3 \Delta\theta_{A0} + k_4 \Delta G_A, \quad (4)$$

де $K_A = c_A G_A + \alpha_e F_0$, $T_A = \frac{c_A M_A}{K_A}$, $k_2 = \frac{\alpha_e F_0}{K_A}$, $k_3 = 1 - k_2$, $k_4 = \frac{c_A (\theta_{A0} - \theta_{A1})}{K_A}$.

Отримаємо рівняння теплового балансу для повітря в приміщенні:

$$G_A c_A (\theta_{A1} - \theta_A) - \alpha_0 F_0 (\theta_A - \theta_S) + N_{E1} = c_A M_A \frac{d\theta_A}{dt}, \quad (5)$$

де c_A теплоємність повітря, α_0 коефіцієнт тепловіддачі у приміщенні (між повітрям та стінами), M_A маса повітря в приміщенні об'ємом V_A . Спростимо рівняння (5) та отримаємо:

$$T_{A1} \frac{d\theta_A}{dt} + \theta_A = k_5 \Delta\theta_{A1} + k_6 \Delta G_A + k_7 \Delta\theta_S + k_8 \Delta N_{E1}, \quad (6)$$

де $K_{A1} = c_A G_A + \alpha_0 F_0$, $T_{A1} = \frac{c_A M_A}{K_{A1}}$, $k_5 = \frac{c_A G_A}{K_{A1}}$, $k_6 = \frac{\theta_{A0} - \theta_A}{K_{A1}}$, $k_7 = \frac{\alpha_0 F_0}{K_{A1}}$, $k_8 = \frac{1}{K_{A1}}$.

Отримаємо рівняння теплового балансу для огорожуючих стін приміщення:

$$\alpha_0 F_0 (\theta_A - \theta_S) - \alpha_1 F_1 (\theta_S - \theta_N) = c_S M_S \frac{d\theta_S}{dt}, \quad (7)$$

де c_S теплоємність стін, α_1 коефіцієнт тепловіддачі ззовні (між стінами та навколишнім повітрям), M_S маса матеріалу стін. Спростимо рівняння (7) та отримаємо:

$$T_S \frac{d\theta_S}{dt} + \theta_S = k_9 \theta_A + k_{10} \theta_N, \quad (8)$$

де $K_S = \alpha_0 F_0 + \alpha_1 F_1$, $T_S = \frac{c_S M_S}{K_S}$, $k_9 = \frac{\alpha_0 F_0}{K_S}$, $k_{10} = 1 - k_9$.

З рівнянь (2), (4), (6) та (8) складемо систему, яка представляє собою динамічну модель електрокалорифера та приміщення:

$$\begin{cases} T_E \frac{d\Delta\theta_E}{dt} + \Delta\theta_E = k_0 \Delta N_E + k_1 \Delta\theta_{A1} \\ T_A \frac{d\Delta\theta_{A1}}{dt} + \Delta\theta_{A1} = k_2 \theta_E + k_3 \Delta\theta_{A0} + k_4 \Delta G_A \\ T_{A1} \frac{d\theta_A}{dt} + \theta_A = k_5 \Delta\theta_{A1} + k_6 \Delta G_A + k_7 \Delta\theta_S + k_8 \Delta N_{E1} \\ T_S \frac{d\theta_S}{dt} + \theta_S = k_9 \theta_A + k_{10} \theta_N \end{cases} \quad (9)$$

Запропонована динамічна модель може широко використовуватися для проектування та налагодження систем автоматичного керування вентиляцією або кондиціонуванням повітря із електричними довідниками температурного режиму у приміщеннях.

Перелік посилань:

1. Голінко І. М., Галицька І.Є. Динамічна модель теплообміну для водяного калорифера у просторі станів // Інформаційні системи, механіка та керування. Київ – 2016. № 15, – С. 83–92.
2. Голінко І.М., Галицька І.Є. Промислове приміщення як динамічний елемент системи керування штучним мікрокліматом // Інформаційні системи, механіка та керування. Київ – 2018. № 18, С. 30–38.

Магістрант 1 курсу, гр. ТА-01мп Марюхін М.О.
Доц., к.т.н. Новіков П.В.

СИСТЕМА ТЕМПЕРАТУРНОГО МОНІТОРИНГУ ПРИМІЩЕНЬ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ НА БАЗІ ІОТ ПРИСТРОЇВ

На сьогоднішній день питання моніторингу температури приміщень є дуже актуальною з точки зору відслідковування температурних втрат так і з точки зору потенціальної економії коштів на опаленні. Для проведення такого моніторингу розробляється система на базі IoT пристроїв. Така система є дуже зручною та зрозумілою у використанні, що дає змогу користуватися нею не тільки спеціалістам у галузі IT, а й іншим спеціалістам. Зручність використання такої системи буде зумовлена розробленням інтуїтивно зрозумілого веб-інтерфейсу, який буде надавати змогу налаштовувати датчики у системі, зчитувати віддалено заряд акумуляторів, вносити дані вручну в місцях, де відсутні датчики або тимчасово усунені. Веб-інтерфейс дасть змогу відслідковувати зміну температури у приміщеннях різних корпусів та кабінетів за допомогою графіків та діаграм і у відповідності до цих даних впливати на уставку теплового пункту. Однією з найважливіших архітектурних задач даної розробки є організація взаємозв'язку між датчиками IoT та веб-інтерфейсом користувача.

Пристроєм, який передає дані в базу даних, є бездротовий інтелектуальний датчик температури і вологості на базі мікропроцесора ESP8266 має вбудований WiFi модуль, що дозволяє розташовувати цей датчик в будь-якому місці. Наявність режиму зниженого енергоспоживання (Deep Sleep) робить можливим використання автономного джерела живлення (батарейки або акумулятора). Пристрій на базі ESP8266 має вбудований WEB-сервер. Конфігурація даного датчика здійснюється через WiFi інтерфейс. Для цього необхідно створити WiFi точку доступу з заздалегідь заданими параметрами, до якої датчик буде підключатися. Після успішного встановлення з'єднання можна досягнути до датчика за допомогою IP-адреси через WEB-інтерфейс, після чого встановити необхідні налаштування, в тому числі параметри доступу до основної WiFi мережі.

Для впровадження взаємозв'язку між веб-інтерфейсом та датчиками IoT буде використовуватись технологія Node-RED (рис. 1) та протокол зв'язку MQTT, дана технологія є дуже зручною у використанні і має середовище розроблене на основі Node.js [1], що значно покращує взаємодію між веб-інтерфейсом.

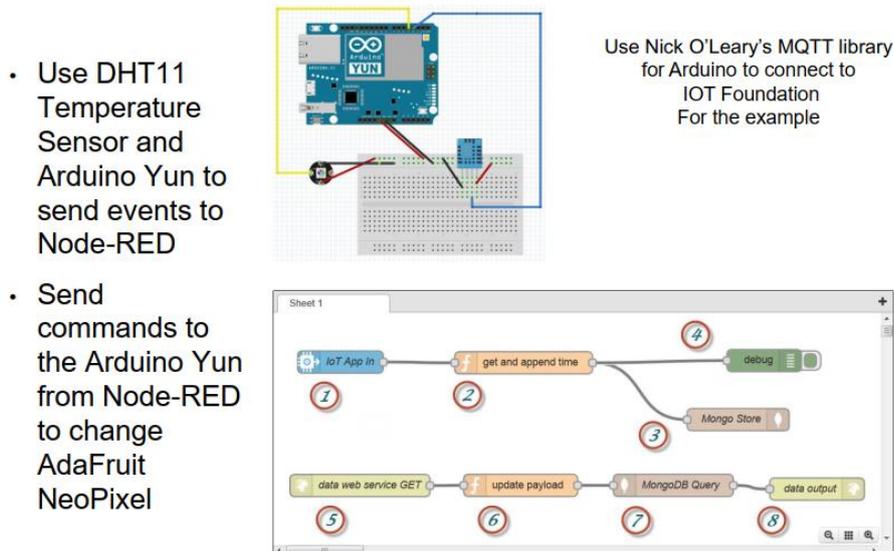


Рисунок 1 - Приклад отримання інформації з температурного датчика у Node-RED

В якості основної технології розробки веб-інтерфейсу буде використовуватись фреймворк React та мова програмування JavaScript. З метою покращення відображення інтерфейсу користувача буде використовуватись UI бібліотека MaterialUI, яка є досить зручною у використанні та має розширену документацію. Приклад елемента інтерфейсу користувача системи моніторингу наведено на рис. 2.



Рисунок 2 - Графік зміни температури в одному з приміщень кафедри АТЕП продовж 2 тижнів

Дана система моніторингу параметрів мікроклімату легко масштабується і в перспективі буде інтегрована з системою керування тепловим пунктом будівлі для здійснення комплексного контролю і управління енергоспоживанням навчального корпусу.

Перелік посилань:

1. Using Node-RED to build the internet of things. Workshop – IBM, 2019 – 29 с.

РЕГУЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ В БАГАТОЗОННОМУ ПРИМІЩЕННІ

При проектуванні систем регулювання параметрів мікроклімату особливу увагу приділяють підтриманню комфортних параметрів в усьому приміщенні. Нажаль, у великих за площею приміщеннях, до того ж розділених на кілька зон, це не завжди можна досягти використовуючи стандартні схеми регулювання [1].

Проблема кондиціонування і вентиляції багатозонних приміщень полягає в тому, що у найбільш віддаленій від каналного блоку його частини, найчастіше, дотримання параметрів і в режимі опалення, і в режимі охолодження майже неможливо. Зазвичай, опалення та охолодження багатозонного приміщення здійснюється за рахунок центрального кондиціонера. Оброблене повітря, через повітропровід, подається в зони через патрубки. Для охолодження або опалення найдалшого кута приміщення, як правило, температури повітря, що подається вже недостатньо і виникає ситуація, що в таких зонах температура в приміщенні збільшується (в зимовому режимі) або зменшується (в літньому режимі) дуже слабо або не змінюється зовсім.

Стандартною схемою регулювання температури припливного повітря є каскадна система (рис. 1).

В каскадній системі наявний внутрішній контур із випереджувальним сигналом на виході із теплообмінника. Температура повітря на виході з калорифера змінюється досить швидко. Зовнішній регулятор формує завдання для внутрішнього контуру і внутрішній контур відпрацьовує це завдання майже одразу. Фактично, зовнішній регулятор керує температурою у контрольній точці приміщення, а внутрішній температурою на виході кондиціонера [2].

Таку АСК прийнято використовувати у великих промислових приміщеннях.

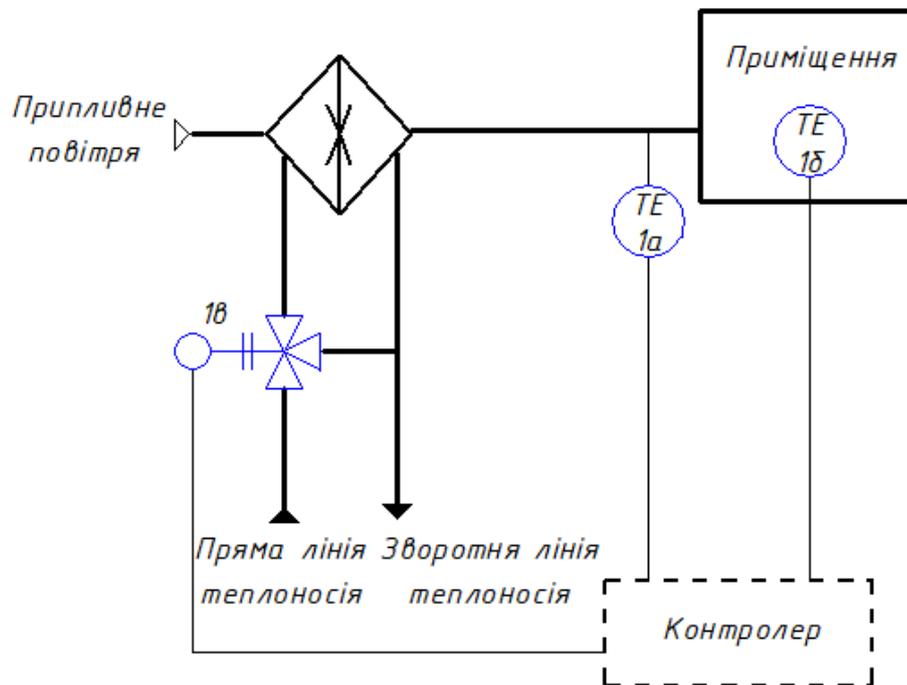


Рисунок 1 - Каскадна система регулювання температури в приміщенні

Недоліком такої системи є те, що температура у приміщенні регулюється по одній контрольній точці, а найвіддаленіші зони від кондиціонера недогріваються або недоохолоджуються.

Для вирішення цієї проблеми пропонується застосовувати комбіновану систему регулювання температури в приміщенні, для якої додатково використати сигнал по температурі у найвіддаленішій зоні приміщення (рис. 2).

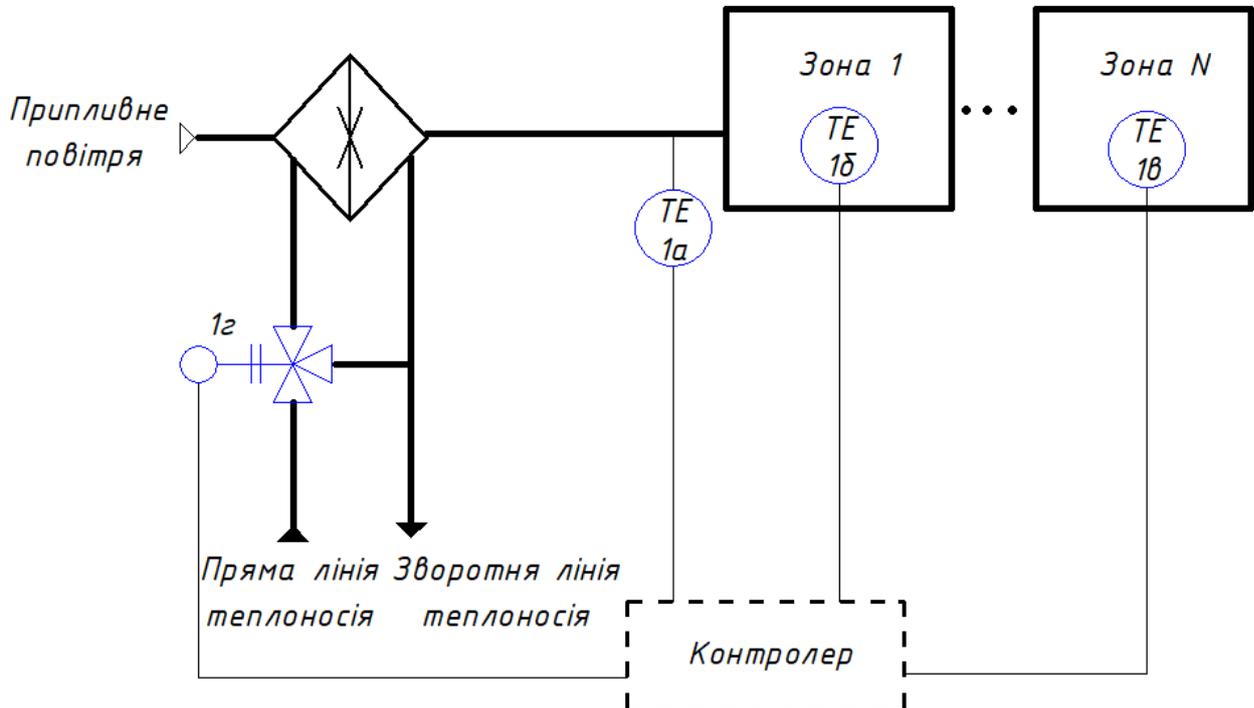


Рисунок 2 - Комбінована система регулювання температури в приміщенні

Значення датчику температури в зоні N через компенсуючий пристрій поступає на вхід регулятора і дає йому змогу врахувати цю температуру в алгоритмі керування. Таким чином, використання комбінованої системи регулювання дасть змогу більш якісно здійснювати регулювання параметрів мікроклімату та позбавитися недогрівання\недоохолодження великих багатозонних приміщень.

Перелік посилань :

1. Бондарь Е.С., Гордиенко А.С., Михайлов В.А., Нимич Г.В. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха: Аванпост-Прим, 2005. — 560 с.
2. Манфред Шляйхер. Техника автоматического регулирования для практиков: Германия. - 124 с.

Магістрант 1 курсу, гр. ТА-01 мп Огурцова В.В.
Ст. викл. Некрашевич О.В.

ВАЖЛИВІСТЬ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ. ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ ТА ЇХ ОСОБЛИВОСТІ

Мікроклімат – це сукупність метеорологічних умов в обмеженому просторі, а контроль метеорологічних умов або мікроклімату є важливим етапом в забезпеченні умов нормальної життєдіяльності людини.

До основних параметрів мікроклімату відноситься:

- температура повітря;
- відносна вологість повітря;
- швидкість руху повітря;
- атмосферний тиск;
- концентрація CO₂.

У приміщеннях, де люди перебувають постійно, а саме в офісах і подібних приміщеннях, повітря забруднюється антропогенними викидами – вмістом видиху людини, кишковими газами, виділеннями з поверхні шкіри, тому для створення комфортного мікроклімату для людини, необхідно ставити вимірювальні прилади.

Моніторинг мікроклімату є непростим завданням, оскільки включає в себе велику кількість параметрів, що вимірюються, методів та умов вимірювання, технічних і санітарно-гігієнічних вимог для різних приміщень. Як наслідок, для реалізації цього процесу використовується велика кількість різноманітних контрольно-вимірювальних приладів, тому дуже важливо мати комплексне рішення, яке складається з апаратних і програмних засобів, яке буде забезпечувати коректний моніторинг [1].

Як було зазначено вище, один з найважливіших параметрів мікроклімату є концентрація вуглекислого газу. На сьогоднішній день існує велика кількість різноманітних датчиків концентрації CO₂, але і у сучасних датчиків є свої переваги, недоліки і особливості. Їх перевагами є точність, стабільність та надійність, а недоліками є підвищена чутливість до газу і пилу. На рис. 1 зображено кімнатний датчик CO₂.



Рисунок 1 - Кімнатний датчик CO₂

Для визначення відносної вологості приміщень, використовуються гігрометри. Існує п'ять типів гігromетрів, що відрізняються за принципом дії, але в офісних системах клімат-контролю, де показники вологості можуть варіюватися від 30% до 70%, частіше використовують датчики ємнісного та резистивного типу.

Ємнісні гігromетри – це прості моделі, що представляють собою конденсатори з повітрям в якості діелектрика. Діелектрична проникність повітря безпосередньо пов'язана з вологістю, а при зміні вологості змінюється і ємність повітряного конденсатора.

Резистивні датчики вологості являють собою два електроди на підкладці, причому поверх електродів наноситься матеріал з малим опором (величина опору змінюється в залежності від вологості). Відповідним матеріалом в пристрої може виступати оксид алюмінію (див. рис. 2). Даний оксид поглинає з зовнішнього середовища воду, при цьому питомий опір його помітно змінюється. В результаті загальний опір кола вимірювання такого датчика буде значно залежати від вологості. Так, про рівень вологості свідчатиме величина струму, що протікає.

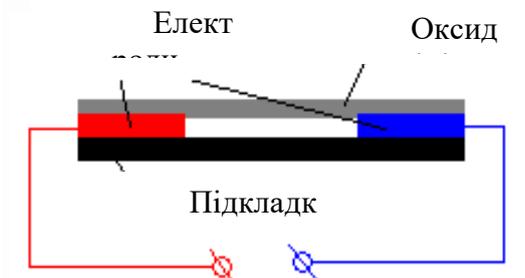


Рисунок 2 - Схема резистивного датчика вологості

На рис. 3 зображено перетворювач вологості [2].



Рисунок 3 - Перетворювач вологості

Тож можна зробити висновок, що для створення автоматизованої системи управління мікрокліматом перш за все потрібно визначитися з основними параметрами мікроклімату, які потрібно вимірювати, задатися питаннями, який передбачається діапазон вимірювань, чи важливий гістерезис, яка потрібна точність, який потрібен клас захисту IP та діапазон робочих температур датчиків, а далі, відповідно до необхідних критеріїв, підбирати вимірювальні пристрої, враховуючи їх особливості та принцип дії.

Перелік посилань:

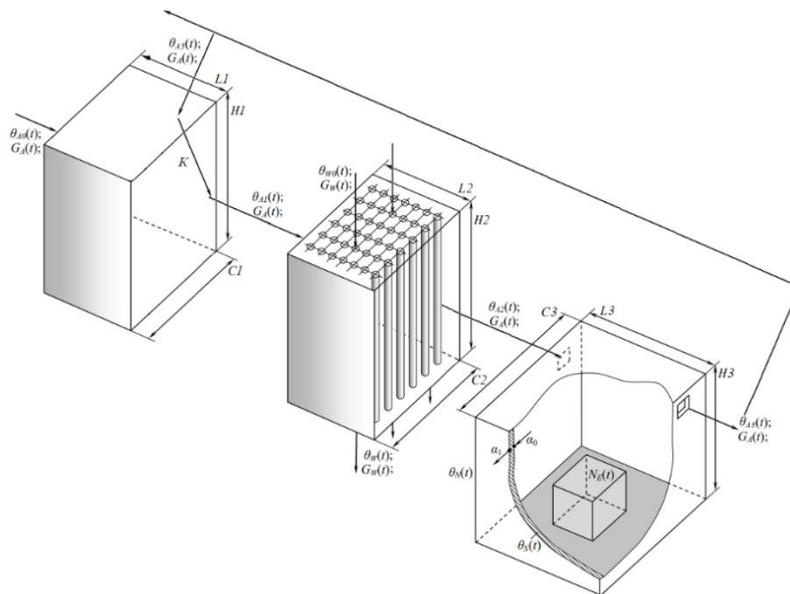
1. Німич Г.В., Михайлов В.А., Бондар Є.С., Гордієнко О.С. «Автоматизація систем вентиляції і кондиціонування повітря» навчальний посібник. - Київ: Аванпост-Прим, 2005. - 560 с.
2. Німич Г.В., Михайлов В.А., Бондар Є.С. «Сучасні системи вентиляції та кондиціонування повітря» навчальний посібник. - Київ: Аванпост-Прим, 2003. - 630 с.

АНАЛІЗ МОДЕЛІ ПРИПЛИВНО-ВИТЯЖНОЇ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ З РЕЦИРКУЛЯЦІЄЮ

В сучасних виробничих будівлях витрата тепла на вентиляцію нерідко становить 70-80% від загальної витрати. Зріст вимог до тепловтрат призводить до суттєвого перерозподілу структури теплоспоживання будівлі. В цьому випадку пріоритетним напрямом щодо підвищення енергетичної ефективності будівель та споруд будуть заходи, пов'язані зі зниженням витрати енергії, витраченого на нагрів припливного повітря.

Одним з простих і дешевих способів підвищення енергетичної ефективності сучасних систем вентиляції є використання рециркуляції тепла. Тому в даній роботі розглядається математична модель приміщення [1] та водяного калорифера [2].

На рисунку 1 наведена схема ПВСВ з рециркуляцією. Нагрівачим теплоносієм в трубках калорифера є вода із змінною витратою $G_W(t)$, температура води на вході в калорифер - $\theta_{W0}(t)$, на виході з нього — $\theta_W(t)$. Водяний калорифер вміщає n трубок заданої довжини H . Вода гріє трубки, які служать для теплообміну, температура яких в середньому є такою $\theta_M(t)$. Перпендикулярно до руху води в теплообміннику підходить повітря із змінною витратою $G_A(t)$. Температура повітря на вході та на виході повітря із теплообмінника є, відповідно $\theta_{A1}(t)$ і $\theta_{A2}(t)$. Розміри камери рециркуляції та калорифера складають: L_1, C_1, H_1 та L_2, C_2, H_2 , — відповідно, глибина, ширина та висота. Приміщення



має об'єм $V_A = H_3 L_3 C_3$. Від водяного калорифера до приміщення надходить повітря з температурою $\theta_{A2}(t)$. У кімнаті наявний теплообмін між обладнанням з потужністю $N_E(t)$ та стінами з температурою θ_S . Температура повітря у приміщенні $\theta_{A3}(t)$. Температура ззовні становить $\theta_N(t)$. Витяжне повітря з приміщення надходить до камери рециркуляції з коефіцієнтом рециркуляції K .

Рисунок 1 - Схема ПВСВ із рециркуляцією для моделювання

Запишемо рівняння теплового балансу для припливного та витяжного повітря в приміщенні:

$$G_A c_A (\theta_{A2} - \theta_{A3}) - \alpha_0 F_0 (\theta_{A3} - \theta_S) + N_E = c_A M_A \frac{d\theta_{A3}}{dt}, \quad (1)$$

Спростимо рівняння (1) та отримаємо:

$$T_{A1} \frac{d\theta_{A3}}{dt} + \Delta\theta_{A3} = k_8 \Delta\theta_{A2} + k_9 \Delta G_A + k_{10} \Delta\theta_S + k_{11} \Delta N_E, \quad (2)$$

де: $K_{A1} = c_A G_A + \alpha_0 F_0$, $T_{A1} = \frac{c_A M_A}{K_{A1}}$, $k_5 = \frac{c_A G_A}{K_{A1}}$, $k_6 = \frac{\theta_{A2} - \theta_{A3}}{K_{A1}}$, $k_7 = \frac{\alpha_0 F_0}{K_{A1}}$, $k_8 = \frac{1}{K_{A1}}$.

Запишемо рівняння теплового балансу для повітря в приміщенні та ззовні:

$$\alpha_0 F_0 (\theta_{A3} - \theta_S) - \alpha_1 F_1 (\theta_S - \theta_N) = c_S M_S \frac{d\theta_S}{dt}, \quad (3)$$

Спростимо рівняння (3) та отримаємо:

$$T_S \frac{d\theta_S}{dt} + \Delta\theta_S = k_{12}\Delta\theta_{A3} + k_{13}\Delta\theta_N, \quad (4)$$

де: $K_S = \alpha_0 F_0 + \alpha_1 F_1$, $T_S = \frac{c_S M_S}{K_S}$, $k_{12} = \frac{\alpha_0 F_0}{K_S}$, $k_{13} = 1 - k_4$.

Запишемо рівняння теплового балансу для теплоносія, який протікає в трубках водяного калорифера:

$$G_W c_W (\theta_{W0} - \theta_W) - \alpha_0 F_0 (\theta_W - \theta_M) = M_W c_W \frac{d\theta_W}{dt}, \quad (5)$$

Після спрощення цього рівняння (5) та його лінеаризації отримаємо:

$$T_W \frac{d\Delta\theta_W}{dt} + \Delta\theta_W = k_0 \Delta\theta_{W0} + k_1 \Delta\theta_M + k_2 \Delta G_W, \quad (6)$$

де: $K_W = c_W G_W + \alpha_0 F_0$; $T_W = \frac{c_W M_W}{K_W}$; $k_0 = \frac{c_W G_W}{K_W}$; $k_1 = 1 - k_0$; $k_2 = \frac{c_W (\theta_{W0} - \theta_W)}{K_W}$.

Рівняння теплового балансу для теплообмінної поверхні теплообмінника:

$$\alpha_0 F_0 (\theta_W - \theta_M) - \alpha_1 F_1 (\theta_M - \theta_A) = M_M c_M \frac{d\theta_M}{dt}, \quad (7)$$

Після спрощення такого рівняння (7) отримаємо його диференційний вид:

$$T_M \frac{d\Delta\theta_M}{dt} + \Delta\theta_M = k_3 \Delta\theta_W + k_4 \Delta\theta_{A2}, \quad (8)$$

в цьому рівнянні: $K_M = \alpha_0 F_0 + \alpha_1 F_1$; $T_M = \frac{c_M M_M}{K_M}$; $k_3 = \frac{\alpha_0 F_0}{K_M}$; $k_4 = 1 - k_3$.

Рівняння теплового балансу для повітряного простору теплообмінника:

$$G_A c_A (\theta_{A1} - \theta_{A2}) - \alpha_1 F_1 (\theta_M - \theta_{A2}) = M_A c_A \frac{d\theta_{A2}}{dt}, \quad (9)$$

Після спрощення даного рівняння (9) отримаємо його диференційний вид:

$$T_A \frac{d\Delta\theta_{A2}}{dt} + \Delta\theta_{A2} = k_5 \Delta\theta_{A1} + k_6 \Delta\theta_M + k_7 \Delta G_A, \quad (10)$$

де: $K_A = c_A G_A + \alpha_1 F_1$; $T_A = \frac{c_A M_A}{K_A}$; $k_5 = \frac{c_A G_A}{K_A}$; $k_6 = 1 - k_5$; $k_7 = \frac{c_A (\theta_{A1} - \theta_{A2})}{K_A}$.

Запишемо спрощене рівняння теплового балансу для камери рециркуляції:

$$T_{A2} \frac{d\Delta\theta_{A1}}{dt} + \Delta\theta_{A1} = k_{14} \Delta\theta_{A0} + k_{15} \Delta\theta_{A3} + k_{16} \Delta G_A, \quad (11)$$

де: $K_{A2} = c_A G_A + \alpha_0 F_0$; $T_{A2} = \frac{c_A M_A}{K_{A2}}$; $k_{14} = K$; $k_{15} = 1 - k_{14}$; $k_{16} = \frac{c_A (\theta_{A3} - \theta_{A1})}{K_{A2}}$.

Отже, з рівнянь (2), (4), (6), (8), (10) та (11) отримаємо готове рішення, яке складається з математичної моделі калорифера, приміщення та камери рециркуляції:

$$\left\{ \begin{array}{l} T_W \frac{d\Delta\theta_W}{dt} + \Delta\theta_W = k_0 \Delta\theta_{W0} + k_1 \Delta\theta_M + k_2 \Delta G_W; \\ T_M \frac{d\Delta\theta_M}{dt} + \Delta\theta_M = k_3 \Delta\theta_W + k_4 \Delta\theta_{A2}; \\ T_A \frac{d\Delta\theta_{A2}}{dt} + \Delta\theta_{A2} = k_5 \Delta\theta_{A1} + k_6 \Delta\theta_M + k_7 \Delta G_A; \\ T_{A1} \frac{d\theta_{A3}}{dt} + \Delta\theta_{A3} = k_8 \Delta\theta_{A2} + k_9 \Delta G_A + k_{10} \Delta\theta_S + k_{11} \Delta N_E; \\ T_S \frac{d\theta_S}{dt} + \Delta\theta_S = k_{12} \Delta\theta_{A3} + k_{13} \Delta\theta_N; \\ T_{A2} \frac{d\Delta\theta_{A1}}{dt} + \Delta\theta_{A1} = k_{14} \Delta\theta_{A0} + k_{15} \Delta\theta_{A3} + k_{16} \Delta G_A. \end{array} \right.$$

Перелік посилань:

1. Голінко, І.М. Промислове приміщення як динамічний елемент системи керування штучним мікрокліматом / І.М. Голінко, І.Є. Галицька // Інформаційні системи, механіка та керування. – 2018. № 18, С. 30–38.
2. Голінко І. М. Динамічна модель теплообміну для водяного калорифера у просторі станів / І. М. Голінко, І. Є. Галицька // Інформаційні системи, механіка та керування. – 2016. № 15, – С. 83–92.

ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ КАМЕРИ ШОКОВОЇ ЗАМОРОЗКИ ФРУКТІВ

Камера шоквої заморозки є необхідною складовою якісного зберігання продовольчих продуктів, наприклад овочів, або фруктів. Якісне зберігання продуктів харчування є важливим чинником успішної реалізації продукції. Завдяки камері шоквої заморозки реалізація продукції може розтягуватись у часі, до настання більш вигідного моменту для продажу. З іншої сторони вимоги до харчової промисловості забезпечують стерильність технологічного процесу зі сторони контакту з продукцією, що є надзвичайно важливим при гострій епідеміологічній ситуації [1].

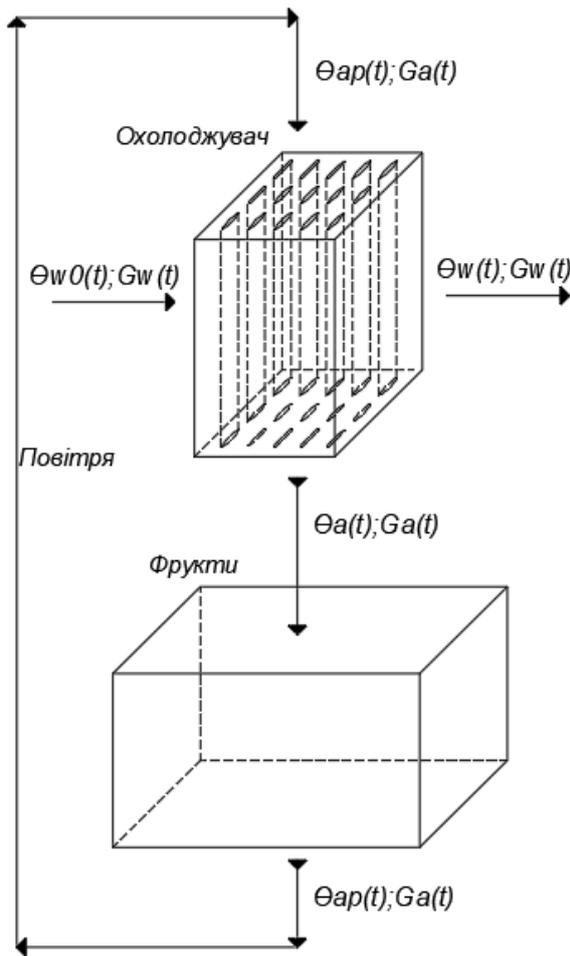


Рисунок 1 - Розрахункова схема моделі

внутрішньої поверхні усіх трубок, $F_0 = nL\pi d_0$, d_0 – внутрішній діаметр трубок; M_W – маса теплоносія в усіх трубах калорифера, $M_W = \frac{n\rho_W L \pi d_0^2}{4}$, ρ_W – густина холодоносія. Після спрощення та лінеаризації рівняння (1) прийме вигляд:

$$T_W \left(\frac{d\Delta\theta_W}{dt} \right) + \Delta\theta_W = k_0 \Delta\theta_{W0} + k_1 \Delta\theta_M + k_2 \Delta G_W, \quad (2)$$

де $K_W = c_W G_W + \alpha_0 F_0$; $T_W = \frac{c_W M_W}{K_W}$; $k_0 = \frac{c_W G_W}{K_W}$; $k_1 = 1 - k_0$; $k_2 = \frac{c_W (\theta_W - \theta_M)}{K_W}$.

Тепловий баланс для теплообмінної поверхні охолоджувача:

З цих міркувань у роботі розглядається розробка динамічної моделі камери шоквої заморозки. На рис.1 зображено розрахункову схему моделі. Холодоносієм у системі є фреон із витратою $G_W(t)$, температурою на вході у охолоджувач $\theta_{W0}(t)$, на виході - $\theta_W(t)$. Охолоджувач складається із n трубок довжиною H . Температура теплообмінних трубок приймається як усереднена $\theta_M(t)$. Другим матеріальним потоком є повітря, яке рухається перехресно до руху фреону. Витрата повітря $G_A(t)$, температура вхідного повітря дорівнює $\theta_{AP}(t)$, а вихідного – $\theta_A(t)$. Геометричні розміри охолоджувача L, C, H , – глибина, ширина та висота. Для моделювання враховуються параметри об'єкту заморозки: вхідна температура заморозки $\theta_{P0}(t)$; M_P – маса фруктів.

Розглянемо тепловий баланс для кожного динамічного елемента системи, що моделюється.

Тепловий баланс для холодоносія, що протікає у теплообмінних трубках охолоджувача:

$$G_W c_W (\theta_{W0} - \theta_W) - \alpha_0 F_0 (\theta_W - \theta_M) = M_W c_W \frac{d\theta_W}{dt}, \quad (1)$$

тут c_W – теплоємність холодоносія; α_0 – коефіцієнт тепловіддачі між теплоносієм та внутрішньою поверхнею труб; F_0 – площа

$$\alpha_0 F_0 (\theta_W - \theta_M) - \alpha_1 F_1 (\theta_W - \theta_A) = M_M c_M \frac{d\theta_M}{dt}, \quad (3)$$

тут c_M – теплоємність металу; α_1 – коефіцієнт тепловіддачі між зовнішньою поверхнею труб та повітрям; F_1 – площа зовнішньої поверхні теплообміну; M_M – маса металу теплообмінної поверхні. Після спрощення рівняння (3) отримаємо диференційне рівняння у приростах:

$$T_M \frac{d\theta_M}{dt} + \Delta\theta_M = k_3 \Delta\theta_W + k_4 \Delta\theta_A, \quad (4)$$

де $K_M = \alpha_0 F_0 + \alpha_1 F_1$; $T_M = \frac{c_M M_M}{K_M}$; $k_3 = \frac{\alpha_0 F_0}{K_M}$; $k_4 = 1 - k_3$.

Отримаємо рівняння теплового балансу для повітряного простору охолоджувача:

$$G_A c_A (\theta_{AP} - \theta_A) - \alpha_1 F_1 (\theta_M - \theta_A) = M_A c_A \frac{d\theta_{AP}}{dt}, \quad (5)$$

тут c_A – теплоємність повітря; M_A – маса повітря у об'ємі $H \times L \times C$ калорифера. Після спрощення та лінеаризації (5) прийме вигляд:

$$T_A \left(\frac{d\Delta\theta_A}{dt} \right) + \Delta\theta_A = k_5 \Delta\theta_{AP} + k_6 \Delta\theta_M + k_7 \Delta G_A, \quad (6)$$

де $K_A = c_A G_A + \alpha_1 F_1$; $T_A = \frac{c_A M_A}{K_A}$; $k_5 = \frac{c_A G_A}{K_A}$; $k_6 = 1 - k_5$; $k_7 = \frac{c_A (\theta_{AP} - \theta_A)}{K_A}$.

Рівняння (2), (4) та (6) описують динамічну поведінку температурного режиму конструктивних елементів фреонового охолоджувача.

Далі, розглянемо рівняння, що враховує температурний режим об'єкту заморозки. Розглянемо на прикладі фруктів, а саме завантажених яблук.

Складемо рівняння теплового балансу між повітрям і фруктами:

$$\alpha_2 F_2 (\theta_{P0} - \theta_A) = M_P c_P \frac{d\theta_{P0}}{dt}, \quad (7)$$

тут c_P – теплоємність яблука; α_2 – коефіцієнт тепловіддачі між зовнішньою поверхнею яблука та повітрям; F_2 – площа зовнішньої поверхні теплообміну яблука; M_P – маса яблук.

Після спрощення та лінеаризації рівняння (7) маємо:

$$T_P \frac{d\theta_{P0}}{dt} + \Delta\theta_{P0} = k_8 \Delta\theta_A, \quad (8)$$

де $K_P = \alpha_2 F_2$; $T_P = \frac{c_P M_P}{K_P}$; $k_8 = 1$.

Тепер, маючи усі необхідні рівняння, представимо математичну модель у вигляді системи диференційних рівнянь:

$$\begin{cases} T_W \left(\frac{d\Delta\theta_W}{dt} \right) + \Delta\theta_W = k_0 \Delta\theta_{W0} + k_1 \Delta\theta_M + k_2 \Delta G_W; \\ T_M \frac{d\theta_M}{dt} + \Delta\theta_M = k_3 \Delta\theta_W + k_4 \Delta\theta_A; \\ T_A \left(\frac{d\Delta\theta_A}{dt} \right) + \Delta\theta_A = k_5 \Delta\theta_{AP} + k_6 \Delta\theta_M + k_7 \Delta G_A; \\ T_P \frac{d\theta_{P0}}{dt} + \Delta\theta_{P0} = k_8 \Delta\theta_A. \end{cases} \quad (9)$$

Отримана математична модель камери шоквої заморозки (9) враховує більшість можливих факторів впливу на перебіг технологічного процесу заморожування фруктів. Саме тому розглянута модель є актуальною до використання при дослідженні і розробці системи автоматичного керування камерою шоквої заморозки фруктів.

Перелік посилань:

1. Голінко І. М., Галицька І.Є. Динамічна модель теплообміну для водяного калорифера у просторі станів // Інформаційні системи, механіка та керування. Київ – 2016. № 15, – С. 83–92.

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТРАДИЦІЙНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Створення і споживання енергії завжди було обов'язковим і важливим пунктом у розвитку людства. А можливість зробити енергію доступною для підвищення якості життя стало поштовхом в прогресі для дослідження і винаходи нових методів видобутку і збереження енергії. Багато етапів потрібно людині, щоб дійти до нинішніх рішень і способів реалізації енергії в життєдіяльності людини. Почалося все з видобутку вогню і дерева для розведення вогню в будинку, а триває на даний момент установками станцій для оснащення міст. На даний момент основною частиною видобутку енергії займаються теплові електростанції (ТЕС), потім йдуть гідроелектростанції (ГЕС) і атомні електростанції (АЕС).

Основною проблемою, яка об'єднує всі ці станції є величезна втрата енергії і супутнє забруднення навколишнього середовища. Друга, але не менш важливе проблема - більшість ресурсів, які потрібні для видобутку енергії вичерпні або не повністю поновлювані.

Таблиця 1

Вартість електроенергії від різних джерел дол/кВт*г [1]

Джерело електроенергії	Вартість
АЕС	0.14-0.15
ТЕС(вугілля)	0.07-0.09
ГЕС(великі)	0.04
ГЕС(малі)	0.10-0.12
ТЕС(газові)	0.04-0.06
ТЕС(біомаса)	0.07-0.10
ТЕС(геотермальні)	0.04
ВЕС(вітроустановки)	0.06-0.10
ГТЕС(геліоустановки)	0.10-0.20

Існують способи вирішення даної проблеми. Це пошук і освоєння власних енергоресурсів (таких, як сонце і вітер). І підвищення енергоефективності та заощадження видобутку ресурсів на всьому шляху виробництва. Що означає реалізацію концепцій енергозбереження та енергозаміщення на додаток до тих обсягами видобутку традиційного сировини для енергії і поступовим введенням альтернативних допоміжних ресурсів або станцій.

Енергозбереження - підвищення якості ефективності видобутку палива і енергії на кожному етапі виробництва, починаючи від самого видобутку і закінчуючи її споживанням.

Альтернативні джерела енергії - плавний перехід від традиційної сировини (вугілля, нафта, газ) до нетрадиційних, але поновлюваних джерел енергії (хвилі, вітер, сонце). Так само означає поступовий перехід на альтернативні станції видобутку палива і введення альтернативних і нових технологій отримання енергії, і її зберігання і поширення.

Хорошим прикладом реалізації цих двох концепцій на одній станції будуть станції з прямим використання сонячної енергії.

На даний момент світове споживання енергії дорівнює 10 ТВт, а потужність сонячної енергії одно 105 ТВт. Через те, що різниця дається енергії сонця і споживанням

людства відчутна величезна, то і через це даний вид енергії вважають найперспективнішим (нетрадиційним і альтернативним) поновлюваним ресурсом енергії.

Основні методи перетворення цієї енергії - фотоелектричне перетворення, термодинамічний цикл і біоконверсія.

Фотоелектричний метод – заснований на особливостях взаємодії напівпровідникових матеріалів з світловим випромінюванням. ККД таких перетворювачів може досягати 28%. З плюсів, не мають рухомих частин і конструкція дуже проста, що означає вигідно і ефективно за не дуже великі гроші. З мінусів низька щільність випромінювання перешкоджає широкому використанню, а напівпровідникові матеріали руйнуються від часу або запилення. Через це станції гібридні і не повністю «альтернативні» [2].

Термодинамічне перетворення – за змістом так само, як і з інших джерел. Однак такі особливості сонячного випромінювання як низька потужність, добова і сезонна мінливість, залежність від погодних умов, накладають певні обмеження на конструкцію термодинамічних перетворювачів [2].

"Нетрадиційні джерела" - це енергія майбутнього, надія цивілізації [3]. Хоча ці електростанції не шкодять навколишньому середовищу, але для їх будівництва потрібен метал, інші матеріали, енергія, для отримання яких використовують екологічно "брудні" технології, що поки що замикає в порочне коло, але з куди менше викидом проблем. І все ж на сьогодні основною проблемою традиційної енергетики є дорожнеча альтернативних способів видобутку і поширення енергії. На даний момент кращими рішеннями є вітряні, гідро та сонячні станції. Їх кількість з кожним роком стає все більше, а забруднення і марнотратство ресурсів все менше. В енергетиці зменшення шкоди природі має здійснюватися як за рахунок енергозбереження, так і за рахунок підвищення екологічної чистоти енергетичних технологій.

Перелік посилань:

1. Экологические проблемы энергетического обеспечения человечества URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/ecology/ecol/ecol05.htm>
2. В.Я. Ушаков Основные проблемы энергетики и возможные способы их решения. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/53068041.pdf>
3. Экологические проблемы URL: <https://siblec.ru/gumanitarnye-nauki/ekologiya/2-ekologicheskie-problemy-okruzhayushchej-sredy/2-3-ekologicheskie-problemy-energetiki>

ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМИ NODE-RED В АВТОМАТИЗАЦІЇ

У світі відбувається четверта промислова революція Industry 4.0. Однією з передових технологій якої є IoT (Internet of Things). IIoT (Industrial IoT) став важливою особливістю сучасних об'єктів автоматизації, на яких пристрої безперервно взаємодіють з контролерами, різним програмним забезпеченням і засобами аналізу даних додатків, що робить пристрої, сумісні з IIoT, невід'ємною частиною інтелектуальних процесів. Важливо розуміти, що власникам об'єктів вигідна інтеграція пристроїв IIoT у свої системи. Ці нові інноваційні інструменти мають потенціал бути в першу чергу у виробництві, насамперед з точки зору стійкості, контролю якості та простежуваності. Використання IIoT підвищує операційну безпеку, прозорість виробничих процесів, ефективність, використовує можливість генерувати великі обсяги даних і аналізувати системи для оптимізації.

На сучасних підприємствах складається така тенденція, що власники вважають не доцільним тримати серед своїх підлеглих інженерів АСУ ТП достатньої кваліфікації, щоб ті могли самостійно змінювати код, наприклад, коли треба додати параметри у нову систему або звіти, замінити датчик чи уставку і тому подібне, та навіть не мають робочої машини з усім необхідним програмним забезпеченням для кодування контролерів. Часто виходить, що недалекоглядність у підборі обладнання призводить до утворення «зоопарків» на підприємстві та унеможливорює, або робить дуже складним впровадження на виробництві IIoT. Власники підприємств вбачають вирішення проблеми у виклику наладчиків з Європи, що наразі є дорогавартісним, а подекуди неможливим заходом. Ми же пропонуємо використовувати контролери, що підтримують Node-RED. На разі основні виробники контролерної техніки такі як Schneider Electric, Siemens AG, Phoenix Contact та інші мають у своїх лінійках контролери, що підтримують Node-RED. Використання Node-RED дозволить уніфікувати «зоопарк» та знизити вимоги до необхідного рівня інженера АСУ ТП, оскільки йому не потрібно буде знати особливості програмування середовища кожного окремого контролера.

Node-RED - це середовище розробки на основі JavaScript з відкритим вихідним кодом, заснована на Node.js, розроблений інженерами IBM і найбільш придатний для розробки IIoT системи. Зокрема, це віртуальне середовище програмування, засноване на процесі, який створює "потоки даних" від датчика до хмари шляхом підключення обладнання і програмного забезпечення. Він підходить для запису процесів даних, тим самим полегшуючи обробку даних. Його можна використовувати для простої компіляції логіки обробки даних і передачі оброблених даних у системи більш високого рівня (SQL-сервер, MES-системи, хмарний сервіс і тому подібне) за лічені хвилини, або відобразити їх негайно. Замість програмування веб-сторінки, що відображає різні дані датчиків, Node-RED надає інтерфейс Dashboard, який дозволяє створювати вражаючі інтерфейси без необхідності спеціальних знань HTML, CSS. Приклад такого інтерфейсу представлено на рис. 1.

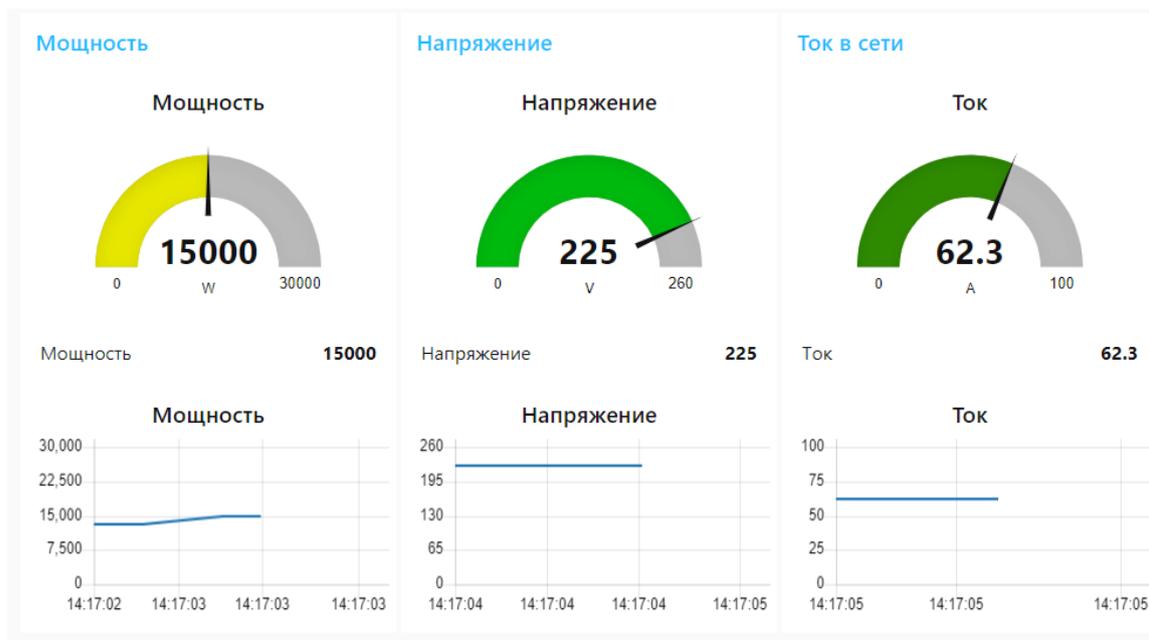


Рисунок 1 – Приклад інтерфейсу реалізованого завдяки Node-RED

Node-RED містить вузли, які надають різні функції (брокер MQTT [1], налагодження, Raspberry Pi GPIO [2], TCP та інші). Створені процеси зберігаються з використанням об'єктів JSON. Node-RED складається з 3 основних елементів: панель вузлів, панель потоку, інформація та налагоджувальна панель. Для середовища дуже важливо легко створювати і налагоджувати в реальному часі додатки. Завдяки своїй гнучкості і можливості створення додатків у короткі терміни, він відмінно підходить для прототипування. Платформа Node-RED може надати можливість створювати і тестувати нові прототипи, вбудовані або поєднані з існуючими технологіями, перш ніж вкладати значні ресурси в інновації.

Перелік посилань:

1. Ravi Kishore Kodali, Arshiya Anjum. "IoT based home automation using node-red." 2018 Second International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT). Bangalore, India 16-18 Aug. 2018 IEEE 2019
2. Milica Lekić; Gordana Gardašević "IoT sensor integration to Node-RED platform." 2018 17th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH). East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina 21-23 March 2018 IEEE, 2018.

Магістрант 1 курсу, гр. ТА-01мн Темчур В.С.
Ст. викл. Поліщук І.А.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕКОНОМІЧНОСТІ ЗГОРЯННЯ ПАЛИВА ПАРОВОГО КОТЛА ЗА ДОПОМОГОЮ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Оскільки теплові електростанції в даний час виробляють 41% світової електроенергії, належний контроль парових котлів при виробництві електроенергії не тільки важливий для безпеки роботи електростанції, але і безпосередньо впливає на стабільність, енергоефективність і стійкість котлів, що має великий соціально-економічний та екологічний вплив. Процес горіння всередині котла дуже складний і нелінійний з сильним зв'язком і впливами запізнення, тому, оптимально контролювати робочий стан котлів в режимі реального часу – непросто, а більшість існуючих в галузі методів вкрай неоптимальні.

Загалом, якість горіння в кінцевому підсумку визначає ефективність виробництва. А саме, про високу ефективність свідчать більш висока температура та менший вміст кисню (далі по тексті - O_2). Але для забезпечення стабільно високої ефективності та стабільності горіння потрібно також підтримувати збалансований розподіл високих температур та вмісту O_2 , оскільки це свідчить про рівномірний розподіл полум'я та тиску, тим самим гарантує стабільність та безпеку котла [1].

З точки зору алгоритму, в підходах до моделювання домінують нейронні мережі та їх варіанти, наприклад звичайна мережа з прямим зв'язком, мережа з радіальною базисною функцією, подвійна лінійна мережа швидкого навчання. Проблеми оптимізації вирішуються за допомогою різноманітних алгоритмів евристичного пошуку наприклад, генетичний алгоритм, диференціальна еволюція, метод рою часток та інші. Але, незважаючи на прогрес нейронних мереж, через значну кількість змінних, обчислювальна вимога залишається проблемою, яка погіршує продуктивність у реальному часі.

Мета отримання збалансованого розподілу температур та вмісту O_2 може бути досягнута при використанні функції штрафу, по відхиленню температур від середнього значення і різниці вмісту O_2 з двох сторін в димоході. Використання саме функції штрафу обумовлене тим, що вона може бути диференційована, підходить для фіксації відхилення від бажаного значення і відносно проста для оптимізації. Можливо використати в якості «мети» зважену суму таких компонентів, як високу температуру та низький рівень O_2 , з обмеженнями при реальній роботі, а саме заданий діапазон контрольованих змінних та їх сума. Поліноміальна цільова функція має чотири члени, які позначають: розмах температури в різних зонах, різницю вмісту O_2 в двох сторонах димоходу, середню температуру та середній вміст O_2 . Проблема повинна вирішуватися неперервно для кожного моменту час t на основі даних отриманих в моменти часу $(t-1)$ і раніше, для того щоб досягти управління котлом в реальному часі. f_i^T та f_j^O визначають моделі прогнозування для температури та O_2 , де i та j – індекси для температури та вмісту O_2 в різних зонах [2].

Моделі прогнозування f_i^T та f_j^O навчені на історичних даних, забезпечують символічне вираження температури та вмісту O_2 , яке базується на контрольованих змінних та інших вимірюваних неконтрольованих змінних, які позначаються x_{t-1} та M_{t-1} відповідно. На кожному часовому кроці M_{t-1} у символічному виразі буде замінено останніми спостережуваними значеннями та лише контрольовані змінні x_{t-1} та мета оптимізації V_t - залишаться. Далі модель оптимізації приймає отриманий вираз і вирішує задачу нелінійного програмування, щоб надати оптимальну комбінацію керування змінних, яка є керуючим входом для котла. Часові затрати на вирішення моделі оптимізації на кожному часовому кроці залежать від вибору алгоритму оптимізації і

складності задачі, яка визначається моделлю прогнозування. Оскільки контур управління необхідно постійно вирішувати для кожного часового кроку якомога швидше, критично важливим фактором є продуктивність моделі оптимізації під час виконання.

Серед багатьох можливих методів машинного навчання використовується векторна регресія з опорою на ϵ з лінійним ядром, як модель прогнозування. Такий вибір створює красиву математичну структуру моделі оптимізації, яка, в свою чергу, дозволяє обрати ефективний метод оптимізації для ефективного вирішення проблеми. Підставивши функцію моделі прогнозування назад в цільову функцію з деякою перестановкою, отримуємо модель квадратичного програмування (відкидаємо нижній індекс t для простоти):

$$\min_x V(x) = \frac{1}{2} x^T H_x + f^T x + c,$$

$$A_q x \leq b_q; A_e x = b_e; B_l \leq x \leq B_u.$$

де H – матриця коефіцієнтів, f – вектор коефіцієнтів, c – константа, всі ці члени можуть бути легко побудовані на основі значень з моделі прогнозування. $A_q, A_e, b_q, b_e, B_l, B_u$ – представлення відомих обмежень [3, 4].

Таким чином, на кожному часовому кроці ми отримуємо задачу квадратичного програмування для моделі оптимізації. Застосовуємо ефективний алгоритм квадратичного програмування, метод внутрішньої точки.

Нажаль, не всі фактори можна контролювати шляхом вимірювання, тому така модель може викликати локальний зсув, пов'язаний з часом, через зміну прихованих факторів, таких як коливання якості вугілля та перезапуск котла. Враховуючи вище сказане, додається частина компенсації помилок для подальшого підвищення точності прогнозування шляхом компенсації локального зсуву, який оцінюється шляхом обчислення середньої різниці між фактичними і прогнозованими вихідними даними для деякого попереднього проміжку часу, яка додається до майбутнього прогнозованого результату.

Модель прогнозування навчається в автономному режимі і більше не потребує повторного навчання. Час вирішення задачі оптимізації домінує над затримкою в контурі управління. Оскільки затримка не береться до уваги при побудові моделі прогнозування відповідно до набору даних, чим ближче затримка до нуля, тим краще. Це також причина для спрощення складної високонелінійної задачі оптимізації до задачі квадратичного програмування, що дуже важливо для прийняття рішень в реальному часі.

Застосування моделі прогнозування дозволяє виконувати оптимізацію режиму роботи парового котла в реальному часі, що забезпечує оптимальність процесів горіння і як результат – підвищення екологічних та економічних показників. Застосування методів машинного навчання для підвищення економічності згоряння палива значно розширює можливості досліджень в цьому напрямі, що безумовно є актуальним та перспективним у цій галузі.

Перелік посилань:

1. Real-Time Boiler Control Optimization with Machine Learning [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.groundai.com/project/real-time-boiler-control-optimization-with-machine-learning/1>.
2. L. I. Díez, C. Cortés, and A. Campo. Modelling of pulverized coal boilers: review and validation of on-line simulation techniques. *Applied Thermal Engineering*, 25(10):1516–1533, 2005.
3. N. Gould and P. L. Toint. Preprocessing for quadratic programming. *Mathematical Programming*, 100(1):95–132, 2004.
4. A. Kusiak and Z. Song. Combustion efficiency optimization and virtual testing: A data-mining approach. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2(3):176–184, 2006.

Студент 1 курсу, гр. ТА-01мп Хандусь Я.С.
Ст. викл. Штіфзон О.Й.

СИСТЕМА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ З ТЕПЛОВИМ НАСОСОМ, РЕКУПЕРАТОРОМ ТА ЛЬОДОГЕНЕРАТОРОМ

Вичерпність корисних копалин та відповідне зростання цін на них разом з необхідністю зменшення парникових викидів в атмосферу є основними проблемами сучасної енергетики. Саме тому, економія енергоресурсів є пріоритетним завданням сьогодення.

Одними з найбільш енерговитратних виробництв є великі підприємства що потребують виробництва льоду. При цьому витрачаються великі кошти як на електроенергію так і на обладнання, що його виробляє, а великий обсяг теплової енергії, що утворюється під час цього процесу, просто викидається в атмосферу. Ще одним великим споживачем енергії є системи вентиляції та кондиціонування. Цим системам додатково притаманна проблема замерзання води в калорифері, що тягне за собою капітальний ремонт обладнання та псування майна у приміщеннях.

Ідея розробки полягає у суміщенні систем льодогенерації та вентиляції і кондиціонування повітря з метою більш повного використання енергії. Таке суміщення виглядає цілком логічним, наприклад, для великих хімічних виробництв, фармакологічних заводів та крупних готельних комплексів. Особливістю саме цієї розробки є можливість використання системи і в зимовому і в літньому режимах роботи. Для ще більшої економічності пропонується додатково використати тепловий насос та систему рекуперації.

Для виробництва льоду та підігрівання повітря використовується охолоджувач-кристалізатор [1] схема якого представлена на рис. 1.

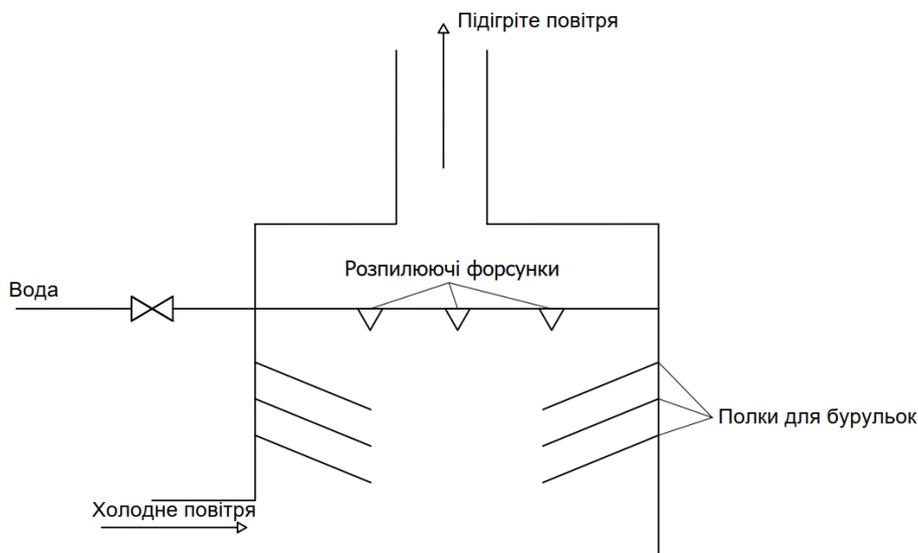


Рисунок 1 - Схема охолоджувача-кристалізатора води для підігрівання повітря і генерації льоду

Вода розпилюється у надлишковій кількості на полки. Стікаючи по полкам вода замерзає перетворюючись в бурульки. Через установку постійно проходить холодне повітря знизу доверху. За рахунок, замерзання води виділяється велика кількість теплоти, що і підігріває повітря зменшуючи затрати на електроенергію.

Схема установки з використанням вище наведеного льодогенератора наведена на рис. 2.

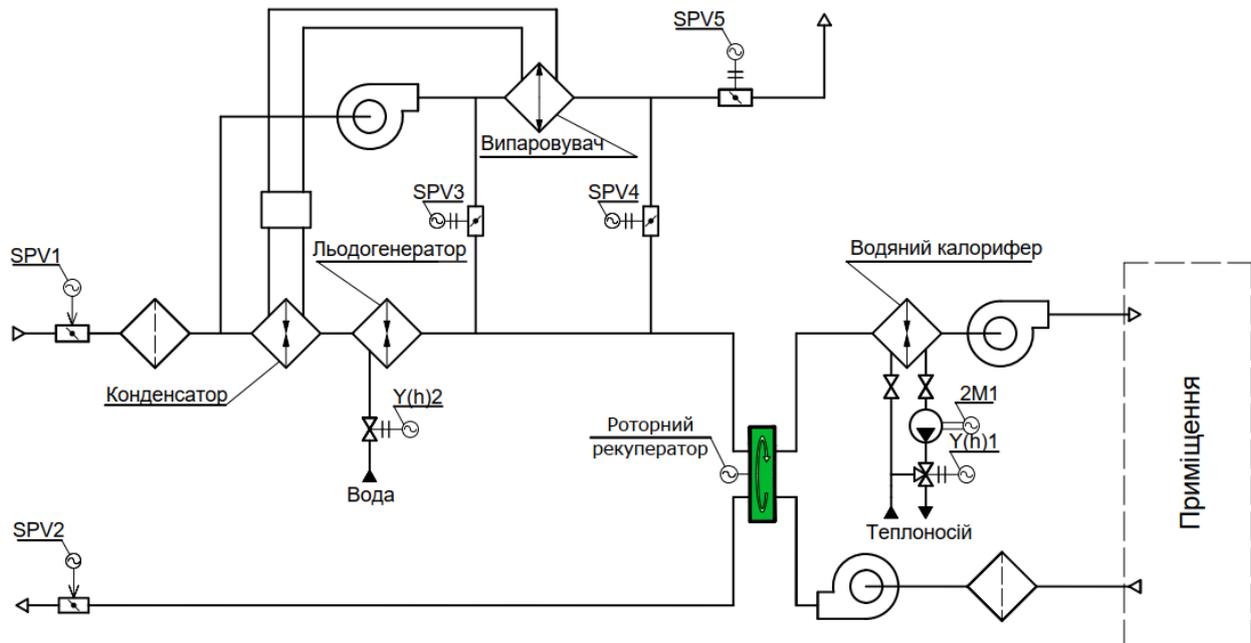


Рисунок 2 - Схема установки з льодогенератором, тепловим насосом та рекуператором

У зимовий період відбувається підігрівання холодного повітря ($-40..-5$) °C до $+5$ °C та виробляється лід для підприємства, а в літньому режимі виробляється лід та охолоджується повітря для приміщення за допомогою теплового насоса, на виході якого температура ($-30..-15$)°C. Отже, за допомогою даної установки, ми маємо можливість безперервно виробляти лід, захищати водяний калорифер від замерзання та підтримувати температуру у приміщенні.

У літньому режимі установка охолоджує повітря тепловим насосом до -30 °C, що надходить у льодогенератор, температура на виході якого становить до $+5$ °C. Після змішування повітря з виходу льодогенератора (у потрібній пропорції) з зовнішнім температура становить ($+14..+20$)°C в залежності від потреб користувача. У зимовому режимі, повітря з вулиці підігрівается за рахунок льодогенератора до ($-1..+5$)°C, після чого змішується з вуличним (для забезпечення потрібного режиму циркуляції), та з підігрітим повітрям з випаровувача теплового насосу. В подальшому, температура повітря доводиться до необхідної уставки заданої користувачем за допомогою роторного рекуператора та водяного калорифера. Таким чином установка працює цілий рік підтримуючи клімат у приміщенні та забезпечує виробництво льодом.

Перелік посилань :

1. Охолоджувач-кристалізатор води для підігрівання повітря і генерації льоду в бурульках : пат. 93148 Україна, МПК F25C 1/00, F24D 15/00 / Пуховий І. І., Постоленко А. М., Новік М. Л.; Власник Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». – u 201401900; заяв. 25.02.2014.

Магістрант 1 курсу, гр. ТА-301мп Шарко О.С.
Доц., к.т.н. Бунь В.П.

ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР І ЗАПОБІЖНІ ПРИСТРОЇ МАШИН

Брак знань про роль людських чинників у техніці безпеки позначається на промисловому травматизм, навіть коли на перший погляд ці фактори можуть здатися незначними. У багатьох випадках травматизм на робочих місцях не було відвернуто з тієї причини, що хоча запобіжний пристрій було, воно не було використано. Встановлене на машині запобіжний пристрій може відповідати мінімальним вимогам стандарту безпеки (наприклад, цільовим призначенням не допустити людини до джерела ризику) і все ж не бути ефективним через те, що воно погано продумано з ергономічної точки зору, наприклад, якщо його важко практично використовувати. Прикладом може служити запобіжний пристрій відмітати типу для механічних пресів. Недоліком таких пристроїв є те, що вони самі можуть заподіяти травму при швидкому спрацьовуванні. Цей тип пристрою в якості єдиного захисного пристрою на механічних пресах відхилений організацією OSHA в 1974 р [1].

В даний час не існує універсального, що задовольняє всім вимогам безпеки запобіжного пристрою, яке могло б захистити від промислових джерел небезпеки будь-якого робочого в будь-який час. Це пояснюється тим, що запобіжні пристрої на робочих місцях повинні використовуватися різними за статтю, національністю, зростання, сили і віком людьми. Ці пристрої повинні використовуватися як на старих відновлених після ремонту машинах, так і на відносно нових машинах з сучасними системами управління. При роботі машин виконуються різні функції, від постійно повторюваної операції завантаження машин до виконуваних час від часу операцій видалення відходів або пошуку несправностей. Протиріччя між використанням запобіжних пристроїв і виконанням виробничих завдань в умовах промислового виробництва повинні бути зведені до мінімуму. Найкращим дозволом цих протиріч було б усунення небезпеки від машини при проектуванні виробничого процесу [2].

Якщо цього не можна було зробити, то критерієм оцінки конструкції запобіжного пристрою стає прийняття і використання його людиною. Слід уникати застосування запобіжних пристроїв, які задовільні з погляду виробничої техніки, але зазвичай неправильно використовуються робітниками.

У міру розвитку і ускладнення систем виробничих машин потреба в надійних запобіжних пристроях не зменшується. Травми трапляються навіть на машинах, зазвичай не вимагають втручання людини в їх повсякденну роботу. Хоча сучасна технологія допускає роботу багатьох елементів машин з програмним мікроелектронним управлінням в автономному режимі, не можна недооцінювати ролі людини. Кваліфіковані фахівці необхідні для виконання таких нерутинних функцій, як відшукання несправностей, налагодження і регулювання машин. Щоб виконати ці роботи, необхідно мати доступ робітників у такі зони, де пуск машини в результаті неухважності може призвести до травми. Така небезпека виникає, наприклад, при проникненні в зону дії робота для видалення застрягла деталі або при пошуку несправності в автоматизованому накопичувачі.

При розробці запобіжних пристроїв для робочих місць необхідно також враховувати небезпечні наслідки стресу, втоми і професійних травматичних розладів, які породжуються одноманітною тривалою роботою. При аналізі застосування запобіжних пристроїв слід керуватися принципом економії рухів, усунення зайвих переміщень. Можливо, що запобіжні пристрої будуть створювати перешкоди нормальному

ефективному режиму роботи машини. У цьому випадку витрати, викликані необхідністю застосування таких пристроїв, повинні враховуватися у відповідних нормах виробітку.

Перелік посилань:

1. Swain A. D., Guttman H.E. (1983, August) Handbook of human reliability analysis with emphasis on nuclear power plant application (Sandia National Laboratories, NUREG/CR-1278) Washington, DC: U.S. Nuclear Regulatory Commission.
2. J. Christensen, D. Meister, P. Fowley and others (1987) Handbook of Human Factors. In 6 vols. T.1. Ergonomics is a comprehensive scientific and technical discipline. University of Birmingham, United Kingdom.

УПРАВЛІННЯ ТЕПЛОВИМ РЕЖИМОМ БУДІВЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГНОЗУЮЧИХ МОДЕЛЕЙ

Енергозбереження відноситься до однієї з найбільш актуальних проблем в системах теплопостачання – застаріле обладнання, відсутність високоефективних енергозберігаючих технологій (теплові акумулятори, системи когенерації і т.д.), незадовільний стан енергоджерел, магістральних та розподільних теплових мереж, що призводять до збоїв в тепло- та енергопостачанні та до аварій.

Важливу роль у вирішенні цієї проблеми грає автоматизація різних типів опалення (повітряного, водяного, електричного опалення, індивідуальних теплових пунктів, тощо), що здійснюють погоду залежне керування теплопостачанням. Так, справді, дані системи дозволяють зекономити значну кількість тепла за рахунок зміни температури зовні будівлі, і навіть врахувати індивідуальні характеристики будівлі шляхом підлаштування під температурний графік. Однак багато факторів, наприклад, як, сонячна радіація, виробничі та побутові тепловиділення, залишаються неврахованими, що в подальшому призводить до відхилення температурного режиму.

Популярним є підхід, що використовує прогнозуючі моделі для керування температурним режимом будівель - Model Predictive Control (MPC). Даний метод почав розвиватися у 60-70-х роках минулого століття, та вже зараз він широко використовується у таких галузях, як хімічна, аерокосмічна, у легкій промисловості, та ін. Серед основних «плюсів» MPC-підходу є його відносна простота базової схеми формування зворотного зв'язку, який поєднується з високими адаптивними властивостями, що дозволяє керувати багатомірними та багатозв'язними об'єктами з складною структурою, оптимізувати процеси в режимі реального часу, дотримуватись обмежень на керуючі та вихідні змінні. Крім того, можливе врахування транспортних запізнь, зміни критеріїв якості в ході процесу і відмов датчиків системи вимірювання.

Для цілей управління тепловим режимом будівлі, побудуємо секційну математичну модель, що включає в себе математичні моделі теплового режиму окремих частин будівлі, секцій чи приміщень, в основу якої покладено рівняння теплового балансу:

$$\sum_{i=1}^n [Q_{опі} + Q_{вені} + \sum_{j=1}^n Q_{радіj} + \sum_{k=1, k \neq i}^S Q_{секіk} + Q_{побі} - Q_{венуі} - \sum_{j=1}^n Q_{оріj} - \sum_{j=1}^n Q_{інфіj}] = 0, \quad (1)$$

де N – число секцій (приміщень) будівлі;

$Q_{опі}$ – тепло, отримане від системи опалення i -тої секції;

$Q_{вені}$ – тепло, отримане від системи вентиляції i -тої секції;

n – число огорожуючи конструкцій приміщення;

$Q_{радіj}$ – тепло, від проникаючої у приміщення сонячної радіації через j -ту огорожуючи конструкцію для i -тої секції;

$Q_{секіk}$ – тепло, отримане від секції k , що знаходиться по-сусідству i -тою секцією;

$Q_{побі}$ – побутові теплопоступання i -тої секції;

$Q_{венуі}$ – тепло, що видаляється системою з i -тої секції;

$Q_{оріj}$ – теплові втрати через j -ту огорожуючу конструкцію i -тої секції;

$Q_{інфіj}$ – теплові втрати на інфільтрацію повітря через j -ту огорожуючу конструкцію i -тої секції.

Динаміка теплового режиму однієї секції приміщення без врахування інфільтрації, радіаційних і побутових тепловиділень із рівняння (1), але з урахуванням термічних мас огорожувальних конструкцій, може бути описана як:

$$c_{ori}\rho_{ori}V_{ori}\frac{dT_{ori}}{dt} = \alpha_{orij}F_{orij}(T_i - T_{orij}) - k'_{orij}F_{orij}(T_{orij} - T_{zij}), i = 1 \dots N, j = 1 \dots n;$$

$$c\rho V_i\frac{dT_i}{dt} = k_{oni}F_{oni}(T_{oni} - T_i) + cG_{ni}(T_{ni} - T_i) + \sum_{k=1, k \neq i}^S cG_{ki}(T_k - T_i)Q_{ori} - cG_{yi}(T_{yi} - T_i) - \sum_{j=1}^n \alpha_{orij}F_{orij}(T_i - T_{orij}), i = 1 \dots N, \quad (2)$$

де c_{ori} – теплоємність j -тої огорожжючої конструкції Дж/кг $^{\circ}$ С;

ρ_{ori} – щільність j -тої огорожжючої конструкції кг/м 3 ;

V_{ori} – об'єм j -тої огорожжючої конструкції м 3 ;

T_{orij} – температура внутрішньої стінки j -тої огорожжючої конструкції $^{\circ}$ С;

α_{orij} – коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої поверхності стінки j -тої огорожжючої конструкції Вт/м 2 $^{\circ}$ С;

F_{orij} – площа j -тої огорожжючої конструкції i -тої секції м 2 ;

T_i – температура всередині приміщення i -тої секції, $^{\circ}$ С

k'_{orij} – коефіцієнт теплопередачі j -тої огорожжючої конструкції від зовнішньої поверхні огорожжючої конструкції до зовнішнього повітря, Вт/м 2 $^{\circ}$ С;

T_{zij} – температура повітря ззовні будівлі T_z , або температура всередині сусіднього приміщення, $^{\circ}$ С

c – теплоємність повітря, Дж/кг $^{\circ}$ С;

ρ – щільність повітря, кг/м 3 ;

V_i – об'єм i -тої секції, м 3 ;

k_{oni} – коефіцієнт теплопередачі опалювального пристрою, Вт/м 2 $^{\circ}$ С

F_{oni} – поверхня опалювальних пристроїв i -тої секції, м 2

T_{oni} – температура в системі опалення, $^{\circ}$ С

G_{ni} – витрата приточного повітря на вентиляцію i -тої секції, кг/год

T_{ni} – температура приточного повітря i -тої секції, $^{\circ}$ С

G_{ki} – витрата повітря з i -тої секції в j -ту, кг/год

T_k – температура повітря k -тої секції, $^{\circ}$ С

G_{yi} – витрата видаляє мого повітря з i -тої секції, кг/год

T_{yi} – температура видаляє мого повітря з i -тої секції, $^{\circ}$ С

Для громадських та промислових будівель зниження температури в приміщеннях в неробочий час, в вихідні та святкові дні дає можливість суттєво зменшити споживання енергоресурсів. Саме для цього застосовують «переривчате» опалення з тимчасовим зниженням подачі тепла, або ж повним його відключенням від системи центрального опалення. Реалізація такого режиму має на увазі можливість зміни подачі тепла (наприклад, витрати, або температури теплоносія) в системі опалення за певною заданою програмою. При цьому, економія тепла повинна поєднуватися разом з вимогами збереження допустимих теплових та гідравлічних режимів системи опалення.

Використання наведеної моделі для реалізації «переривчатого» режиму опалення забезпечує суттєву економію тепла в порівнянні з системою без «переривчатого» регулювання.

Перелік посилань:

1. Колодкина А.С., Марьясин О.Ю. Математическое моделирование элементов системы теплоснабжения зданий // Тр. 25-й Междунар. науч. конф. «Математические методы в технике и технологиях». Т. 8. Волгоград: Волгогр. гос. техн. ун-т, 2012. – С. 50-53.
2. Dounis A.I. and Caraiscos C. Advanced control systems engineering for energy and comfort management in a building environment: A review. Renew. Sust. Energ. Rev., 13(7), 2009. – 1246-1261 pp.
3. Barata F.A., Igreja J.M., Neves-Silva R. Model predictive control for thermal house comfort with limited energy resources. In: 10th Portuguese Conference on Automatic Control, Funchal, Portugal, 2012. – 146-151 pp.

ПІДБІР ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ САР НА ОСНОВІ ЦИФРОВОГО ДВІЙНИКА

При проектуванні САР для складних об'єктів, виникають проблеми з точністю побудови математичної моделі, складністю врахування впливу всіх факторів, проблеми лінеаризації. В результаті цього знижується ефективність функціонування САР, що призводить до неефективного використання ресурсів, швидкого зносу пристроїв, виникненню нештатних ситуацій. Для запобігання таким проблемам, можна використати цифрові двійники - віртуальні копії реальних об'єктів, завдяки яким можна перевіряти продуктивність й ефективність елементу чи самої системи. Таким чином зникають обмеження експериментального підбору параметрів для САР, й залишається знайти їх кращу конфігурацію.

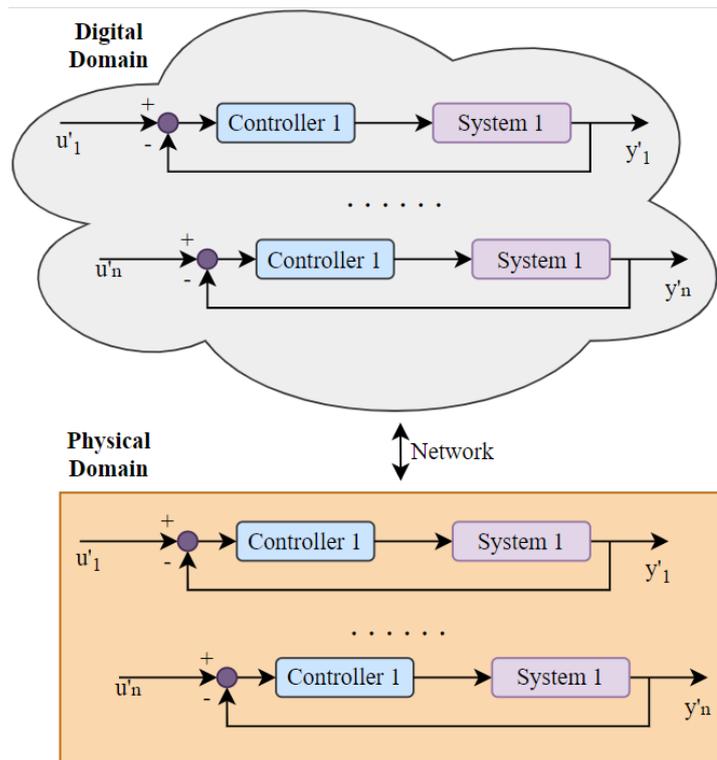


Рисунок 1 - Принцип цільової системи

Загальна структура промислової системи керування, наведена на Рис. 1. На цьому зображенні наведено фізичний систему, яка знаходиться безпосередньо на підприємстві і є сукупністю декількох різних систем, кожна з яких має регулюватись окремим контролером. Та цифрових двійників, завдяки яким можна зробити симуляцію моделі кожної реальної системи. Ці моделі можуть базуватись на основі методів ідентифікації моделей, чи бути аналітично створеними на основі фізичних законів. Однак, оскільки більшість установок на підприємствах являють собою комплексні системи, використання алгоритмів ідентифікації може бути більш доцільним, ніж аналітичні методи. В цьому випадку, ми подаємо різні сигнали на вхід систем й відслідковуємо сигнали на виході. Після чого, скориставшись алгоритмами ідентифікації, ми знаходимо найбільш адекватну модель для системи.

Як можна бачити на рис. 1, цифрові двійники зберігаються в “хмарі” й через мережу, вони взаємодіють з фізичними системами. Головною метою цифрових двійників є відслідковування поведінки фізичних систем. Для цього необхідно, щоб між цифровими даними й їх фізичними аналогами була синхронізація [1].

Після отримання даних з реальних систем, для пошуку оптимальних значень для налаштувань САР можуть бути використані методи пошукової оптимізації, такі як метод змінної метрики, метод найшвидшого спуску чи метод пошуку по симплексу. Загальною перевагою перелічених нижче методів, є легкість їх програмної реалізації [2].

Ідея методу змінної метрики полягає у використанні інформації про градієнт критерію оптимальності для наближеного обчислення зворотної матриці других похідних. Перевага методу змінної метрики - відмова від обчислення матриці Гессе на кожній ітерації. Недоліки цього методу полягають у схильності до накопичення похибок обчислень та висока чутливість до точності визначення перших похідних. При тестових випробуваннях алгоритмів цей метод виявив себе як найбільш ефективний за кількістю необхідних кроків пошуку.

У методі найшвидшого спуску на кожній ітерації параметр кроку вибирають із умови мінімуму функції по напрямку градієнта. Одна з головних переваг методу пов'язана з його стійкістю. Основним недоліком його є низька швидкість збіжності поблизу екстремуму.

Пошук по симплексу базується на тому, що експериментальним зразком, що містить найменшу кількість точок, є регулярний симплекс в N -мірному просторі - багатогранником, утвореним $N+1$ рівновіддаленими одна від одної точками-вершинами. Новий симплекс можна побудувати на будь-якій грані початкового шляхом переносу обраної вершини на належну відстань уздовж прямої, проведеної через центр ваги інших вершин початкового симплекса. Отримана в такий спосіб точка є вершиною нового симплекса, а обрана при побудові вершина початкового симплексу відкидається.

Визначившись з методом, необхідно обрати діапазони бажаних значень для параметрів регулювання та визначити критерій оптимальності. Далі в системі з цифровим двійником, запускається програма що реалізує метод, яка обчислює значення критерію, й відслідковує значення параметрів регулювання. Даний алгоритм повторюється багато разів, з новими значеннями на кожній наступній ітерації. Після досягнення цільового критерію оптимальності, на виході отримуємо набір параметрів САР, при яких контрольовані значення задовольняють початковим діапазнам [2]. Такий підхід дозволяє уточнювати параметри налаштування САР в процесі роботи системи керування і досягати вищої ефективності її функціонування.

Перелік посилань:

1. Fatemeh A., Emma F., Maria K. Synchronization in Digital Twins for Industrial Control Systems. Electrical Engineering and Systems Science, 5 Jun 2020. [URI]: <https://arxiv.org/pdf/2006.03447.pdf>.
2. Бард Й. Нелинейное оценивание параметров. М.: Статистика, 1979.

КОНЦЕПЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙНУ

Донедавна поняття «блокчейн» було ще не досить відомим, однак після зростання популярності криптовалюти, люди звернули увагу на цю нову технологію і почали інтенсивно інтегрувати її у різні сфери діяльності. Концепція блокчейну була запропонована у 2008 році, так званим, Сатоші Накамото – це псевдонім людини, або групи людей, особи яких досі не встановлені. Вперше блокчейн був використаний на практиці у 2009 році при появі біткоїну. Загалом, часто блокчейн асоціюють з транзакціями криптовалюти, однак сфер, в яких можна використати дану концепцію, значно більше.

Блокчейн (від англ. *Block Chain*) – це децентралізована база даних, тобто вона не має єдиного сервера, і складається з ланцюжка записів (блоків) [1]. Цей ланцюжок не може бути змінений чи видалений, він може тільки продовжуватися. Копії блокчейну зберігаються на комп'ютерах багатьох незалежних користувачів, тому інколи її ще називають технологією розподілених реєстрів. Сучасні алгоритми шифрування дозволяють захищати окремі записи, що належать конкретній людині, від копіювання або редагування іншими користувачами системи.

Структурна схема такої системи представлена на Рис. 1. Принцип її роботи полягає в наступному:

- Створюється первинний блок, який відрізняється від всіх інших тим, що не має запису про попередника.
- Кожен наступний блок містить заголовок зі службовими даними, де зокрема є хеш попереднього блоку та дерево всіх хешів транзакцій цього блоку, що повинні потрапити до блокчейну.
- Користувачі системи можуть бачити всі блоки, але володіють доступом лише до своїх [2].



Рисунок 1 - Організація блоків блокчейну

Незважаючи на те, що ланцюжок блоків знаходиться у відкритому доступі в інтернеті, тобто по суті, в «публічному місці», шифрування доступу до кожного з блоків дозволяє утримувати в безпеці усі дані. Сам ланцюжок блоків може вільно передаватися будь-якому користувачеві інтернету без ризику втрати вмісту [3]. На цьому базується криптовалюта, що вже давно має можливість переведення в національну валюту.

Для більшого розуміння системи блокчейн, потрібно звернути увагу на деякі тонкощі роботи з нею:

- Транзакції, що не підтвердженні приватними криптографічними ключами, відразу відхиляються. Завдяки цьому, не потрібно робити перевірку особи при здійсненні будь-яких операцій.

- Володіння приватним закритим ключем надає повний доступ до будь-якої інформації блоку. Це дозволяє легко реєструвати угоди, що проводяться через онлайн сервіси.
- Передача доступу до інформації блоку виконується автоматично. Достатньо ввести код, підтвердити передачу права і угода укладена. За допомогою цієї функції потреба у третій стороні, такий як, наприклад, банк, відпадає.

Якщо деякі учасники мережі вимкнуть свої комп'ютери і частина транзакцій у них не відобразиться, або їх записи виявляться невірними, то це не вплине на роботу мережі. Процедура консенсусу, тобто досягнення згоди між користувачами системи, дозволить відновити вірну інформацію.

Оскільки система децентралізована і є процедура консенсусу, то зламати її неможливо. Простими словами – нічого зламувати. Залишається лише варіант спроби крадіжки особистих ключів окремих користувачів за допомогою сторонніх програм.

Сама транзакція блокчейну виглядає як переказ грошей з кодом підтвердження. При здійсненні платежу користувачі бачать всю інформацію, однак скористатися засобами, до того як отримають секретний код, не можуть. У процесі кожної такої операції бере участь велика кількість комп'ютерів, і у всіх буде копія блоку для страхування збою. Якщо стався збій, то достатньо відключити зіпсовану ланку та передати блок ще раз.

Отже, технологія блокчейну достатньо нова і широко використовується поки що лише у фінансовій діяльності. Однак у майбутньому, з великою долею вірогідності, може бути застосована, навіть, у державному секторі для оптимізації процесів документообігу, системи управління військовими ресурсами, або для автоматизації будь-яких відносин між громадянином та державним апаратом. Головне – завжди бути відкритими до чогось нового.

Перелік посилань:

1. Блокчейн: что это такое и как его используют в финансах. Дата оновлення: 25.03.2020. URL: <https://fincult.info/article/blokcheyn-hto-eto-takoe-i-kak-ego-ispolzuyut-v-finansakh/> (дата звернення: 10.03.2021).
2. Блокчейн в 200 строк кода. URL: <https://habr.com/ru/post/323586/> (дата звернення: 10.03.2021).
3. Блокчейн. URL: <https://astwellsoft.com/uk/blog/blockchain.html> (дата звернення: 10.03.2021).

УДК 697.96

Студент 4 курсу, гр. ТА-71 Бобіна О.А.
Доц., к.т.н. Бунке О.С.

ОСОБЛИВОСТІ ТА ВИМОГИ ДО СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ СКЛАДСЬКОГО ПРИМІЩЕННЯ.

Свіже повітря дозволяє нам краще себе почувати, ми стаємо більш енергійними і працездатними. Він же допомагає матеріалам, товарам та обладнанню підтримувати хороший стан довгий час. Однак в приміщеннях не завжди присутнє якісне повітря, часто існують такі проблеми [1]:

- підвищена концентрація вуглекислого газу;
- підвищена або знижена вологість;
- є частинки пилу або диму;
- застій неприємних запахів;

Саме для вирішення цих проблем і створюють систему вентиляції і кондиціонування. Вентиляційні установки скликані зберегти необхідний повітрообмін і температуру у приміщеннях.

Основна вимога до вентиляції складського приміщення – це підтримання температури та вологості, тобто певних кліматичних умов, що повинні бути максимально рівномірними по всій території складу, без великих перепадів [2, 3]. Мікроклімат повинен відповідати умовам зберігання, що рекомендовані для певного товару. Задача ускладнюється тим, що вони завжди заповнені різноманітним складським обладнанням для безпосередньо зберігання (полки, стелажі) і переміщення (навантажувачі, крани) товарів всередині приміщення складу. Виходячи з вимог до зберігання продукції розрізняють кілька окремих категорій організації складських приміщень. По-перше це захист від атмосферних опадів (зберігання товарів в НЕ утеплених складських приміщеннях або просто під навісом. По друге – зберігання продукції на охолоджуваних або опалювальних складах, з системою захисту знаходиться на складі продукції від низьких або високих температур і від різкого їх (температур) перепаду [4].

Знаючи заздалегідь вид матеріалів і товарів, які в подальшому будуть зберігатися на цьому складі, можливо правильно вибрати найоптимальніший варіант вентиляції для даного складського приміщення. Наприклад в овочесховищах і інших складах сільськогосподарської продукції найчастіше використовується природна вентиляція спільно з припливною вентиляцією з механічним спонуканням.

Системи вентиляції в складських приміщеннях класифікуються за такими ознаками [5]:

- призначення: припливна вентиляція, витяжна вентиляція або припливно-витяжна вентиляція.
- Сфера дії: загально обмінна або місцева система вентиляції
- Спосіб переміщення повітряних мас в приміщенні: природна або механічна вентиляція.
- Конструктивні особливості системи вентиляції: безканална або канална вентиляція.

При проектуванні системи вентиляції у складському приміщенні беруть до уваги такі данні [5]:

- Вид та об'єм продукції
- Кількість, тип та потужність ламп штучного освітлення

- Технічні умови підключення до електропостачання та теплопостачання
- Тип повітрянагрівачів – водяні або електричні
- Потреба в охолодженні повітря у літній час
- Кількість людей в приміщенні
- Положення будівлі стосовно сторін світу
- Характеристика стін та вікон
- Наявність і типом конструктивних елементів будівлі
- Можливість використання даху для вузлів проходу системи вентиляції
- Пожежна категорія приміщень

Санітарні, технологічні, будівельні, протипожежні, експлуатування та економічні – це ключові вимоги для оптимального підбору системи. Вимоги щодо надійності обладнання при точній підтримці параметрів мікроклімату є особливо важливими.

Санітарні – підтримка температури та/або вологості; використання рециркуляційної системи, чи подача свіжого повітря на склад; виведення повітря через місцеві відводи чи через витяжку.

Вимоги до будівництва – можливість встановлення зовнішнього кондиціонера на фасаді будівлі центрального кондиціонера, наприклад на технічному поверсі; можливість проведення по будівлі повітропроводів, трубопроводів (особливо в будівлях, що підлягають реконструюванню).

Протипожежні вимоги – вони встановлюються виходячи з категорії приміщень щодо пожежної безпеки.

Експлуатаційні вимоги – можливість обслуговування та керування системою з центрального пульта керування або автономне керування (регулювання параметрів вручну).

Економічні вимоги – оптимізація ціни шляхом порівняння в проекті обладнання різних виробників та різних класів; розробка для об'єкту декількох принципіальних варіантів систем на базі різноманітних типів обладнання та проведення їх порівняльної оцінки.

Технологічні вимоги – створення та автоматичне підтримання в приміщенні оптимальних параметрів мікроклімату.

Перелік посилань:

1. Система кондиціонування склада [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.airclimat.ru/Konditsionirovanie-sklada.htm>
2. Вентиляція склада. Кондиціонування воздуха в складских помещениях [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.logist.com.ua/warehouse/equipment/warehouse_ventilation.htm
3. Клімат на складі [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ovekon-servis.com.ua/ua/climat-sklad/>
4. Вентиляція складських приміщень: види, особливості пристрою, що потрібно враховувати при замовленні системи вентиляції [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://domopta.com.ua/ventylyatsiya-skladskiyh-prymishhen-vydy-osoblyvosti-prystroyu-shho-potribno-vrahovuvaty-pry-zamovlenni-systemy-ventylyatsiyi/>
5. Проектування системи вентиляції складу [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://7-vz.com.ua/category/proektirovanie_sm/

МЕРЕЖЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЗБОРУ ДАНИХ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ

Для забезпечення умов проживання та життєдіяльності кожна споруда в якій знаходиться або працює людина повинна мати цілодобове електропостачання, водопостачання, опалення в холодний період часу та газопостачання. Відповідно для того, щоб задовольнити вищеперераховані потреби необхідно вести постійний облік витрати для формування графіків роботи відповідних об'єктів, що генерують або транспортують електроенергію, газ, воду, тощо. Сьогодні обліком займається співробітник компанії постачальника послуг, що дуже сповільнює збір інформації і призводить до помилок при знятті та перезаписі показань лічильників.

Вирішити поставлену проблему можна завдяки використанню лічильників з автоматичною передачею показань до компанії постачальника.

Найбільш поширеними технологіями для передачі даних від цих лічильників є [1]:

- NB-IoT – вузькополосний інтернет речей. Має ряд переваг таких, як широка зона обхвату, швидка модернізація існуючої мережі, 10 років служби батареї, низьку вартість терміналу, підвищену надійність. Ця технологія стільникового зв'язку визначена 3GPP, яка призначена для ринку глобальних малопотужних підключень. Для передачі даних в NB-IoT підтримується однотонна модуляція $\pi/4$ – QPSK та $\pi/2$ – BPSK, а також багатотонна QPSK [1].
- SigFox – технологія, яка дозволяє передавати дані на великі відстані при малій потужності пристрою передавача даних та малої ємності батареї [2].
- LoRaWAN – радіотехнологія, яка дозволяє шляхом створення мереж радіодоступу пов'язувати різні віддалені датчики і сенсори з додатками інтернету речей [3].
- Weightless P – являє собою відкритий стандарт для мереж LPWAN підвищеної потужності, призначений для продуктивності мережі.

Порівняння цих технологій представлено в Таблиці 1.

Найбільш поширеною і перспективною на сьогодні вважається технологія LoRa. Вона працює за рахунок варіації лінійної частотної модуляції, використовує кодування даних широкополосними імпульсами з частотами, які зменшуються або збільшуються на часовому інтервалі. Для максимізації часу автономної роботи кінцевих пристроїв та загальної пропускної здатності мережі, мережева інфраструктура LoRa може керувати швидкістю передачі даних для кожного кінцевого пристрою індивідуально за рахунок адаптивної швидкості передачі даних. Класична мережа LoRaWAN складається з таких елементів як: кінцеві вузли, шлюзи, сервер мережі та сервер додатків. Кінцевий вузол в нашому випадку призначений для зняття показань лічильників. Шлюз – пристрій, який приймає данні з лічильника та передає їх в Ethernet або Wi-Fi [2].

Таблиця 1 - Порівняння технологій зв'язку

Технічні характеристики	LoRa	SIGFOX	NB-IoT	Weightless P
Метод модуляції	CSS	-	OFDMA/DSSS	FDMA / TDMA
Діапазон	ISM	ISM	Ліцензійний	ISM
Швидкість	0,3 – 50 кбіт/с	100 біт/с	UL : 1-144 кбіт/с DL: 1-200 кбіт/с	0,2 – 100 кбіт/с (адаптивна)
Полоса	Широкопосо- с. До 500 кГц	Вузькопосо- с. 100 кГц	Вузькопосо- с. 200 кГц	Вузькопосо- с. 12,5 кГц
Час автономії	> 10 років	-	До 10 років	3-5 років
Частота	868,8 МГц (Європа) 913 МГц (США) 433 МГц (Азія)	868,8 МГц (Європа) 915 МГц (США)	700/800/900 МГц	169/433/470/ 780/868/915/ 923 МГц
Безпека	AES-64 та 128 біт	AES з HMACs	-	AES-128 / 256
Дальність	До 2,5 км в місті, до 45 км поза містом	До 10 км в місті, до 50 км поза містом	-	До 2 км в місті
Підтримка	LoRa Alliance, IBM, Cisco, Actility, Semtech	SigFox, Samsung	3GPP, Ericson, Nokia, Huawei, Intel...	Ubiik Weightless SIG

На сьогодні технології LoRa та SIGFOX є кращими по показникам в порівнянні з іншими. Однак, для передачі показників швидкість не є критичним параметром, проте, час безперервної роботи має першорядне значення. Саме тому LoRaWAN більш доцільно використовувати для обліку та зняття показань з лічильників. Слід зауважити, що коли з'являться серійні рішення NB-IoT 4G/5G по доступній вартості, та оператори зв'язку почнуть це підтримувати, можна буде розглядати цю технологію, як достойну альтернативу [3].

Перелік посилань :

1. Кумаритова Д. Л., Киричек Р. В. Обзор и сравнительный анализ технологий LPWAN сетей // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Том 4. № 4. С. 33–48.
2. В. Тихвинский, В. Коваль, Г. Бочечка Технология LoRa: перспективы внедрения на сетях IoT // Первая миля. 2016. №6. С.43-49
3. В. Г. Дроздова, Р. В. Ахпашев Анализ эффективности технологий передачи данных для Интернета вещей NB-IoT и LTE-M // Вестник СибГУТИ. 2018. № 4. С. 76-84.

МЕТОДИ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ ЗВОРОТНОГО ПОВІТРЯ В СИСТЕМАХ КОНДИЦІОНУВАННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЇ

У зв'язку із зростанням енергоспоживання в різноманітних галузях господарської діяльності товариства проблема енергозбереження стає як ніколи актуальною. Збільшується потреба в енергоносіях: кам'яному вугіллі, газі та ін. Проте, є можливість на 45..55% знизити витрати енергоносіїв. У випадку систем кондиціонування та вентиляції за рахунок використання теплоти повітря, що видаляється, для нагріву припливного повітря.

Основна мета дослідження – проаналізувати існуючі засоби утилізації тепла та знайти найбільш оптимальний метод. До теперішнього часу розроблені різноманітні схеми і устаткування для утилізації теплоти повітря, що видаляється. Розглянемо два найбільш ефективні установки для утилізації тепла: утилізатор з проміжним теплоносієм, утилізатор заснований на сорбційних процесах.

Для утилізаторів тепла характерним є наявність таких елементів: середовища - споживача теплової енергії; середовища - джерела теплової енергії; робочої речовини, що транспортує теплову енергію від джерела до споживача; теплообмінника-теплопередавача, передає теплову енергію споживачу; теплообмінника-теплоприймача, сприймає теплову енергію від джерела.

Основною перевагою цих теплоутилізаторів є наявність циркуляційного контуру, в якому переміщається робоча речовина, що забезпечує передачу теплової енергії від теплоприймача до теплопередавача. Установки з проміжним теплоносієм є найбільш широко поширеним класом утилізаторів тепла [1]. Вони можуть входити в системи з безпосередньою передачею тепла, з використанням теплових насосів та ін. Теплообмінники з проміжним теплоносієм можуть працювати в області однофазної рідини, а також в області вологої пари. У якості рідини, що забезпечує роботу теплоутилізаторів в області вологої пари, використовують водяну пару, аміак, тощо.

Проте і вони мають ряд недоліків:

- режим роботи цих утилізаторів залежить від коливань (амплітуди) температури зовнішнього повітря, що спостерігаються в окремі аномальні дні холодного періоду року. У ці дні (п'ятиденки і декади) порушується безперебійна робота утилізаторів теплоти, виникає необхідність відключення їх від стадії утилізації на певні періоди.
- принципи утилізації теплоти закладені, а їх конструкції, засновані на процесах теплопередачі і конвективного теплообміну, не дозволяють утилізувати повністю головну складову теплоти повітря, що видаляється з приміщень - приховану теплоту водяної пари.

Щоб утилізатор був більш універсальним і ефективним, він має бути сконструйований так, щоб його робота була заснована на сорбційних процесах в системі повітря - твердий сорбент [2]. При цьому повітря, що видаляється з приміщень пропускають через шар гранульованого сорбенту - тіло з розвиненою мікроструктурою (наприклад, силікагель). Він здатний вбирати багато водяної пари з виділенням значної кількості теплоти - теплота адсорбції. Схеми теплоутилізаторов представлений на рис.1.

Адсорбція супроводжується конденсацією вологи в капілярних сорбентах з виділенням питомої теплоти змочування і питомої теплоти випаровування в кількості 30

000 кДж / кг. Таким чином, в запропонованому способі кількість утилізованої теплоти більше, ніж в традиційному способі з рекуперативними теплообмінниками на величину

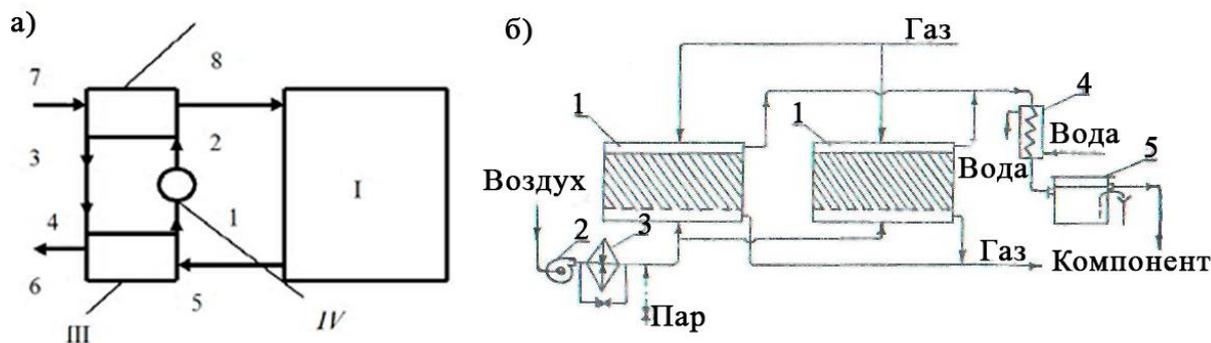


Рисунок 1 - Схеми теплоутилізаторів: а) - теплообмінник з проміжним однофазним теплоносієм: I - приміщення; II – теплообмінник-теплопередавач; III – теплообмінник-теплоприймач; IV - циркуляційний насос; б) – адсорбційний утилізатор: 1 адсорбер; 2 - вентилятор (газодувки); 3 - калорифер; 4 - конденсатор-холодильник; 5 - відстійник.

теплоти адсорбції, що виділяється при висушування повітря. Причому багато сорбентів можуть виробляти осушення повітряного потоку до нульового вмісту вологи і випускати в атмосферу практично абсолютно сухе повітря, тобто практично утилізувати всю приховану теплоту і додатково явну теплоту в кількості не менше тієї, що утилізується в сучасних утилізаторах.

Це є значною перевагою і тільки за рахунок утилізації теплоти повітря, що видаляється з промислових будівель, економія може досягати 1,8 - 2,1 млн. т.у.п. на рік. Треба використовувати такі теплоутилізатори, які були б прості в експлуатації, надійні та економічно найбільш ефективні, і мали б порівняно невисоку питому витрату металу.

Зробимо висновки. Вище було наведено і проаналізовано існуючі методи утилізації теплоти повітря, що видаляється в системах кондиціонування і вентиляції. У якості схеми утилізації був запропонований спосіб рекуперації теплоти повітря, що видаляється на основі процесу адсорбції водяної пари силікагелем. Цей метод дозволяє нам значно зекономити ресурси та здійснити повноцінний відбір прихованої теплоти водяної пари, що знаходиться в повітрі та недосяжна для існуючих методів утилізації.

Перелік посилань:

1. О. Я. Кокорін. Енергозберігаючі технології функціонування систем кондиціонування і вентиляції повітря // Кокорін О. Я. - М.: Проспект, 1999. - 288 с.
2. Н. В. Кельце. Основи адсорбційної техніки // Кельце Н. В.: [2-ге вид.]. - М.: Хімія, 1984. - 591 с.

ВИКОРИСТАННЯ ГРАНИЧНИХ ОБЧИСЛЕНЬ В СУЧАСНІЙ АВТОМАТИЗАЦІЇ

У наш час, коли прослідковується тенденція росту кількості пристроїв інтернет речей, хмарні обчислення відбуваються у великих централізованих серверах, що зберігаються в центрі обробки даних. Після створення даних на граничному пристрої ці дані відправляються на центральний сервер для обробки. Така архітектура стає громіздкою для технологічних виробничих процесів, які вимагають інтенсивних обчислень, а кількість інформації, що генерується за день може сягати сотні гігабайт. Затримка передачі даних стає головною проблемою, адже обмежує можливість для компанії швидко (або автоматично) користуватися інсайтами зі своїх же даних. .

Термін «Граничні обчислення» (або Edge Computing) означає технологію, де збір і аналіз даних проводиться не в централізованому обчислювальному середовищі, а в тому місці, де відбувається генерація потоків даних. Джерелами даних служать цифрові пристрої (вони не обов'язково знаходяться в одній локації), які потім передають ці дані в режимі реального часу (залежить від ситуації, передача інформації може бути відкладена) в центральний репозиторій [1].

Використовуючи граничні обчислення і граничну аналітику, компанії можуть обробляти дані відразу, автоматизуючи процес прийняття рішень і дій. Мається на увазі режим реального часу, так як це важливо для аналітики даних, яка визначає важливі бізнес-рішення. Оскільки обробка здійснюється безпосередньо на пристрої, який збирає або генерує дані, edge computing і аналіз є ідеальними для випадків, коли інтернет, стільникові з'єднання обриваються, або коли пропускна здатність обмежена (наприклад, на морських нафтових платформах, шахтах та ін.).

Таким чином, граничні обчислення надають дві значні переваги:

- *Покращена продуктивність.* Крім збору даних для передачі в хмару, граничні обчислення також обробляють, аналізують і виконують необхідні дії з зібраними даними локально. Таким чином граничні обчислення наближають аналітичні можливості до пристрою, що усуває посередників. Тому такий розподіл забезпечує оптимізацію продуктивності.

- *Скорочення експлуатаційних витрат.* У моделі хмарних обчислень можливості підключення, міграції даних, пропускної спроможності і затримки досить вагомі. У разі застосування граничних обчислень потрібна значно менша пропускна здатність і менші затримки. Застосовуючи граничні обчислення, створюється цінний континуум від пристрою до хмари, який може обробляти величезні обсяги даних. Тому дороговартісні додавання смуги пропускання більше не потрібні, оскільки немає необхідності передавати гігабайти даних в хмару. Граничні обчислення допомагають знизити залежність від хмари і, як наслідок, підвищити швидкість обробки даних.

Коли граничні обчислення поєднуються зі штучним інтелектом (ШІ), переваги збільшуються. Розглянемо деякі результати, яких досягають компанії, використовуючи аналітику IoT з вбудованим ШІ на границі мережі для моментального виявлення прихованих патернів в даних:

- Критично важливі для виробництва рішення, приймаються з упевненістю;
- Збереження коштів, завдяки уникненню незапланованих простоїв;
- Підвищення операційної ефективності;
- Диференційований досвід клієнтів;
- Прискорення новаторства;

- Посилений захист даних.

Кращий спосіб продемонструвати використання методу граничних обчислень - навести кілька прикладів, де граничні обчислення найбільш корисні:

- Автономні транспортні засоби. Автомобілі з автономним приводом або інтеграцією штучного інтелекту та інші транспортні засоби потребують величезного обсягу даних зі свого оточення для правильної роботи в реальному часі. У разі використання тільки хмарних обчислень може з'явитися критична затримка.

- Поточкові сервіси. Такі сервіси, як Netflix, Amazon Prime і Disney +, створюють велике навантаження на мережеву інфраструктуру. Граничні обчислення допомагають створити більш оптимальний режим роботи за допомогою прикордонного кешування: популярний контент кешується на об'єктах, розташованих ближче до кінцевих користувачів для більш швидкого доступу.

- Розумні будинки. Подібно поточковим послугам, зростаюча популярність розумних будинків створює певні проблеми. Існує дуже велике навантаження на мережу, що не дозволяє покладатися тільки на хмарні обчислення. Обробка інформації ближче до джерела означає меншу затримку і більш швидкий час відгуку в аварійних ситуаціях.

Однак при появі граничних обчислень, повна заміна хмарних обчислень не рекомендується. Їх відмінності можна порівняти на прикладі позашляховика і гоночного автомобіля. Обидва транспортні засоби мають різне призначення і використання. Порівняння граничних та хмарних обчислень можна побачити у Таблиці 1 [2].

Таблиця 1 - Порівняльна характеристика граничних та хмарних обчислень

	Граничні обчислення	Хмарні обчислення
Використання	Вважається ідеальним рішенням для операцій з дуже великою затримкою. Таким чином, компанії середнього розміру, що мають бюджетні обмеження, можуть використовувати сучасні обчислення.	Підходять для проектів та організацій, що займаються масовим зберіганням даних.
Програмування	Для програмування може використовуватися кілька різних платформ, кожна з яких має різний час виконання.	Фактичне програмування краще підходить для хмарних обчислень, так як вони зазвичай призначені для однієї цільової платформи і використовують одну мову програмування.
Безпека	Потрібен надійний план безпеки, що включає розширені методи аутентифікації і активний захист від атак.	Надають гарантовану безпеку

Таким чином, граничні обчислення не є прямим конкурентом хмарних обчислень. Швидше, вони надають більше обчислювальних можливостей у тандемі. Для реалізації гібридного рішення цього типу, визначення потреб організації та порівняння їх з витратами повинно бути першим кроком в оцінці того, що буде працювати краще тому чи іншому промислового виробництві.

Перелік посилань:

1. J. Cao, Q. Zhang, W. Shi. Edge Computing: A Primer. Springer, Cham. 2018. pp.34-41. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-02083-5>
2. Багрова В. Ал., Багров Ал. П. Сравнительный анализ облачных, туманных и граничных вычислений. Синергия наук. 2018. №29 (Ноябрь). URL: <http://synergy-journal.ru/archive/article3380>

УДК 621.382.2.3

Магістрант 4 курсу, гр. ТО-71 Гапонова Є.В.
Доц., к.т.н. Ларіна К.Ю.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ІНДУКТИВНИХ КОТУШОК ЯК ЕЛЕМЕНТІВ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ

Котушка є одним з основних елементів електронного пристрою. Вимоги, що пред'являються до котушки за умови, що вона створює необхідну магніто рушійну силу (м.р.с.) наступні [1]:

- мінімальні габарити і технологічність у виготовленні;
- достатня механічна міцність;
- перевищення температури не більш допустимого, в будь-яких режимах;
- вологостійкість,
- певний запас діелектричної міцності ізоляції в порівнянні з номінальною напругою.

Як матеріал обмотки котушки застосовуються різні обмотувальні дроти, по більшій частині ізолювані. Матеріал струмоведучей жили - мідь.

Алюміній при малих перетинах застосовується обмежено внаслідок зниженою механічної міцності, порівняно високого питомого опору і дуже складною технологією пайки. Найчастіше застосовується кругла дріт діаметром від 0,1 до 3 мм, а при необхідності мати значні перетину - квадратна і прямокутна. Застосування дроту діаметром менше 0,1 мм не рекомендується, так як через малого перетину вона має низьку міцність і легко рветься при намотуванні.

У разі необхідності виконання обмотки з дуже великим перетином застосовується неізолювана мідна або алюмінієва стрічка. Ізолювання одного витка від іншого проводиться спеціальною ізоляцією.

Опір котушки прямо пропорційно квадрату числа витків і середній довжині витка. Останнє свідчить про те, що при одному і тому ж числі витків і обмотувальному просторі опір залежить від форми обмоточного простору.

При високій котушці середня довжина витка менше і опір менше, і, навпаки, при низькій котушці (при зменшенні висоти h) середня довжина витка збільшується і опір зростає.

При розрахунку опору слід обов'язково враховувати підвищення опору при нагріванні, за відомою формулою [2]:

$$R_{гор} = R_{хол}(1 + \alpha \times \tau), \quad (1)$$

де τ — різниця температур холодної та гарячої котушки, °С;

$\alpha = 0,004$ — температурний коефіцієнт підвищення опору міді при нагріванні, 1 / °С.

Величина активного опору котушки, Ом,

$$R = \rho \times L / q, \quad (2)$$

де ρ - питомий опір провідникового матеріалу, Ом×см;

L - повна довжина обмотувального дроту, див.

Котушка повинна забезпечувати певну магніторушійну силу (м.р.с.) і не перегріватися понад допустимої температури, щоб $\tau_{уст} \leq \tau_{доп}$.

Підставляючи в рівняння теплового балансу значення R і S , отримаємо:

$$I^2 \times w^2 \times \rho / k_{3M} \times a \times h = 2k \times h \times \tau_{уст}$$

Так як $I \times w = F_M$, то:

$$F_M^2 \times \rho / k_{3M} \times a \times h = 2k \times h \times \tau_{уст},$$

де F_M — м.р.с. котушки, А,

звідки

$$\tau_{уст} = \rho \times F_M^2 / 2k_{3M} \times k \times h^2 \times a. \quad (3)$$

Таким чином, встановлена температура пропорційна квадрату ампер-витків і обернено пропорційна розмірам обмоточного простору і квадрату висоти.

Переймаючись ставленням a / h ,

$$h = \sqrt[3]{\frac{F_M^2 \times \rho}{2 \times k \times k_{3M} \times a / h \times \tau_{дон}}} \quad (3a)$$

Вирішуючи рівняння (3) щодо м.р.с. котушки, маємо:

$$F_M = h \times \sqrt{2k_{3M} \times k \times a \times \tau_{уст} / \rho} \quad (4)$$

М.р.с. котушки залежить від розмірів обмоточного простору, особливо від його висоти, і не залежить від напруги, якщо коефіцієнт заповнення по міді не змінюється.

При збільшенні напруги зменшується перетин обмотувального дроту і, коефіцієнт заповнення зменшується, що веде до деякого зменшення ампер-витків однакового обмоточного простору.

За зміною опору котушки можна судити про ступінь її перегріву:

$$R_{хол} = \frac{R_{гор}}{1 + \alpha(\theta_{гор} - \theta_{хол})}$$

Основна відмінність і труднощі розрахунку котушки змінного струму полягає в тому, що величина струму в ній визначається не тільки активним, але і індуктивним опором. У загальному випадку струм котушки змінного струму (A) [3]:

$$I = u / \sqrt{R^2 + (\omega \times L)^2} \quad (5)$$

де R — активний опір котушки, Ом;

$\omega L = x_L$ — індуктивний опір котушки, Ом;

ω — кутова частота змінного струму, 1/сек;

L — індуктивність котушки, Гн;

u — ефективне значення напруги, В.

Знаючи ω і L можна обчислити x_L

Питомі втрати в сталі (на одиницю маси магнітопроводу) Вт / кг,

$$p_{ст} = p_{г} + p_{вх} = [\sigma_{г}(f/100) + \sigma_{вх} \times (f/100)^2] B^2, \quad (6)$$

де f — частота змінного струму, Гц;

B — індукція, Тл;

$\sigma_{вх}$ и $\sigma_{г}$ — коефіцієнти втрат на вихрові струми і гістерезис

Таким чином, величина втрат залежить від частоти змінного струму і від ступеня насиченості магнітопроводу, а також від товщини листів шихтовки магнітопроводу і від його хімічного складу.

Перелік посилань:

1. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника: Уч. пос. для вузов. - М.: Высш.шк., 1991. - 626с.
2. Виноградов Ю.В. Основы электронной и полупроводниковой техники: Учебн. для вузов. - М.: Энергия, -1972. - 536с.
3. Забродин Ю.С. Промышленная электроника. - М.: Высш.шк., 1982. - 495с.

Студент 4 курсу, гр. ТО-71 Гапонова Є.В.
Доц., к.т.н. Новіков П.В.

КОНТУРИ РЕГУЛЮВАННЯ АВТОМІЙКИ САМООБСЛУГОВУВАННЯ

Автомійки самообслуговування з кожним днем набувають все більшої популярності серед підприємців та власників автомобілів. Оскільки користування нею є простим, а ресурси, що витрачаються на її функціонування – мінімальними.

Принцип роботи мийки полягає в тому, що спочатку вода надходить до першого контуру та проходить стадію очистки, оскільки автомійка працює за принципом циркулювання води у замкнутому циклі. Очищена вода поступає до резервуару, в якому встановлено датчики рівня, для сповіщення системи про стан готовності для подальшого функціонування даної системи.

Наступним етапом - є подача води на пости самообслуговування, її подача відбувається за допомогою двох насосів, що функціонують у різних режимах роботи в залежності від того, що потребує в даний момент система.

В останньому контурі насосу необхідно подавати воду або піну, які подаються під різними тисками до посту самообслуговування, для забезпечення правильного перебігу даного процесу використовується частотний перетворювач.

Контур регулювання рівня води у резервуарі.

У даному контурі відбувається регулювання рівня води у резервуарі. Необхідно підтримувати певний рівень води у резервуарі, оскільки вода, що поступає у систему є вже попередньо використаною та потребує очищення від різних домішок та нафтопродуктів, що займає деякий час та перешкоджає миттєвій подачі води від насосу до резервуару.

Після даного етапу вода поступає у резервуар з очищеною водою до тих пір, поки датчик верхнього рівня не буде затоплено.



Рисунок 1 - Схема одноконтурного регулювання рівня рідини

Контур подачі води при різних режимах роботи насосів.

У системі використовується два насоси та датчик тиску, дані з якого аналізуються для визначення режиму роботи насосів: одночасного або одного з них.

Спільний режим роботи насосів зумовлений такими чинниками [1]:

- Один з насосів не може забезпечувати систему заданою подачею води або тиском, а зміна насоса на інший є недоцільною.
- Процес, що відбувається у даному контурі, має необхідність у піковому режимі роботи подачі або тиску.

Паралельний режим роботи насосів використовується в системах, де збільшення даних є поступовим. У такому режимі кінцевий результат подачі води двох ідентичних насосів підсумовується, проте напір води є незмінним, таким же як під час роботи одного насоса. Під час даного режиму роботи слід зауважити, що збільшення подачі води призведе до збільшення втрат напору у системі у двократному розмірі [2].

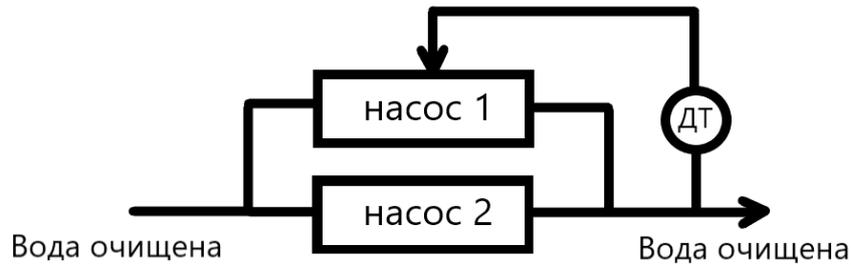


Рисунок 2 - Схема одноконтурного регулювання подачі води до системи

Також робота двох насосів може відбуватись у режимі, коли робота кожного з них відбувається частково. Один з насосів є основним для роботи, а інший використовується у аварійних випадках при роботі першого або навпаки.

Контур регулювання подачі піни та води.

В досліджуваній АСК повинен бути реалізований контур регулювання тиску води та піни, що подається на пост автомийки. Насос, що подає рідину, повинен працювати у двох режимах. Це зумовлено тим, що він повинен подавати піну під тиском у 80 Бар та воду - 120 Бар. Можливість зміни внутрішнього тиску насоса у цій системі забезпечить – частотний перетворювач.

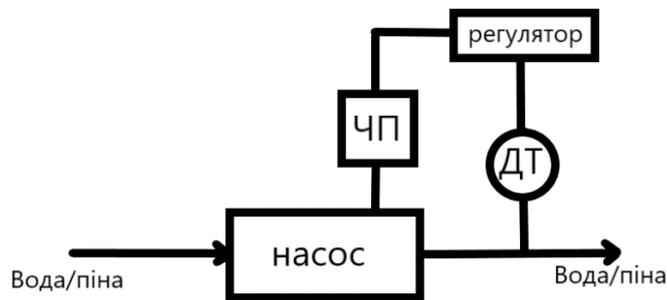


Рисунок 3 - Схема одноконтурного регулювання тиску води та піни

На виході з насоса встановлено датчик тиску - ДТ. З нього інформація буде йти на регулятор, який буде порівнювати поточне значення тиску, в залежності від того, яка програма роботи насоса була обрана та буде подавати сигнали на частотний перетворювач – ЧП, що є виконавчим механізмом у цій системі. Насос повинен працювати при 80 Бар – коли подає піну та при 120 Бар – для подачі води. У контурі здійснюється частотне управління, принцип роботи якого полягає в регулюванні подачі води, що полягає у зміні частоти обертання двигуна [3]. Це регулювання є доцільним у даному випадку, оскільки насос, повинен працювати у двох режимах та видавати як кінцевий результат різні показники роботи системи. Воно є вигідним як і з економічної сторони задачі, що знизить ціну на електроенергію при роботі насоса у режимах з малою частотою обертання двигуна, та і збільшить термін експлуатації насоса.

Перелік посилань:

1. Послідовна і паралельна робота насосів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://nasos-pump.ru/posledovatel'naya-i-parallelnaya-rab/>.
2. Частотний перетворювач як засіб підвищення ефективності насосів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.vesper.ru/presscenter/articles/chastotnyy-preobrazovatel-kak-sredstvo-rovnysheniya-effektivnosti-nasosov/>.
3. Лезнов Б. С. Частотно-регулируемый электропривод насосных установок / Б. С. Лезнов. – Москва: 2013. – 176 с. – (Машиностроение).

COLD CHAIN PROCESS REMOTE MONITORING AND CONTROL AUTOMATION SYSTEM

After creating the COVID-19 vaccine, humanity's highest priority is to deliver it to the rest of the world. Desired low-temperature range and humidity parameters have to be strictly maintained throughout the whole process from production to consumption. This supply process is called a cold chain. During the transportation COVID-19 vaccines demand ultracold storage of -70°C . Any disruption of the cold chain can lead to terrible consequences such as the case with smallpox outbreaks in the Philippines, where due to lack of temperature control, the distributed vaccines were inert in the process of shipping. Thus, the essential parameters of the cool cargo must be constantly properly monitored and controlled [1].

Today we use different devices and sensors in order to manage a cold chain. Radio-frequency identification (RFID) tags are used to track pharmaceuticals location during the transportation. The tag can be attached to a shipping vehicle such as a truck and therefore the path of the cargo can be tracked through warehouses. Passive RFID tags need absolutely no energy and active systems use only low-energy tags [2].

The temperature is monitored by data loggers. It is a small measurement device which autonomously records temperature over time. The problem is that in order to provide the report, a logger has to be retrieved off the shipment and then be plugged in via USB or upload the data wirelessly. This solution does not provide any data the moment something happens so we can not actively react to any undesired fluctuations.

Some more advanced technologies provide actual real-time monitoring, capturing a sensor's data which is then warehoused in the cloud through wireless connectivity. This approach makes it possible for users to proactively react to almost any situation which can occur during the transportation and this way an automation technology can be implemented. The process of data transition is depicted in Picture 1.

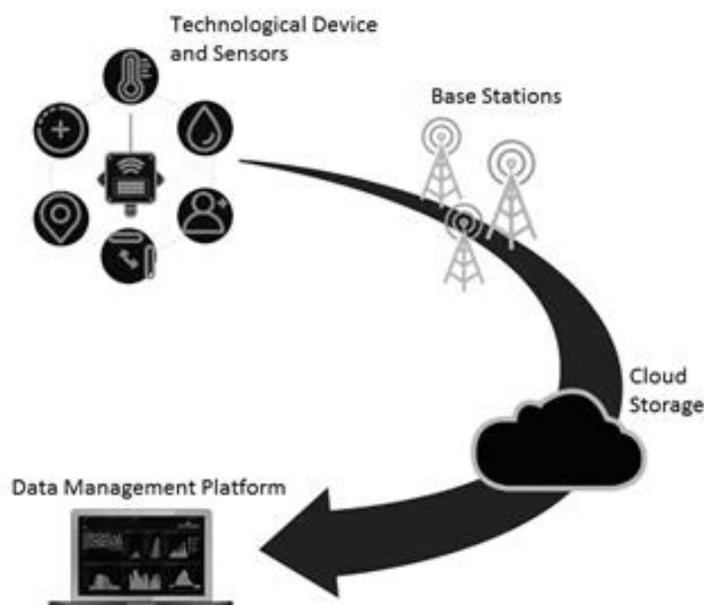


Figure 1 - Data transition process

To further improve this system some other features can be added. For example, the system can not only manage temperature and humidity parameters but also control doors and

windows of the cold chamber to, for instance, ensure that they are closed after the next regular revision. But this whole solution has one big disadvantage - it requires a gateway which is not present in some cases and even if it is, it is expensive and hard to scale.

This problem can be solved. The loggers can include a SIM card that continuously transmits data to a cloud platform where it can be accessed via facility monitoring loggers which, in turn, require a gateway. This way the data is available in a cloud the moment it is recorded.

Cloud computing is a technology which helps to efficiently store and process data. This resource service model basically combines Internet, parallel computing and grid computing in order to virtualize storage as well as computing and services. To virtualize resource pools cloud technology connects many PCs or servers in clusters which provide the opportunity to allocate resources according to user needs. Thus, as long as users can access the network, they have computing, storage and software all in one box in a cloud.

When the data is in a cloud it has to be carefully processed. Large volumes of static data require batch processing. One good solution to this is a framework called MapReduce. The principle of it is simple: firstly, the data decomposes by dividing on smaller parts and then distributes to multiple computing nodes which are able to process it parallel. The next step is to simply summarize the data. The algorithm has fast processing speed and is greatly available.

Now the data can be analyzed. Valuable trends and relations can be observed and discovered to build solid models which, in turn, will help the whole system to develop and evolve. The data can be used to optimize logistics models, reduce damage cost of cold chain storage, increase energy efficiency and so on.

Automated cold chains have huge perspectives. The automated system can be fast, intelligent and sustainable. It gives both the ability to easily define the root of problems to avoid them in the future and to instantly react and maintain the vital parameters of the valuable cargo which can literally save someone's life [3].

References:

1. Derek Lowe "Cold Chain (And Colder Chain) Distribution". Science Translational Medicine. Update date: 31 August 2020. blogs.sciencemag.org – Режим доступа до ресурсу: <https://blogs.sciencemag.org/pipeline/archives/2020/08/31/cold-chain-and-colder-chain-distribution> (retrieved 03 March 2021).

2. Meyers, T. "RFID Shelf-life Monitoring Helps Resolve Disputes". RFID Journal. Update date: June 2007. www.rfidjournal.com – Режим доступа до ресурсу: <https://www.rfidjournal.com/iot-news-roundup-128> (retrieved 27 February 2021).

3. Yi-hua Chen "Intelligent algorithms for cold chain logistics distribution optimization based on big data cloud computing analysis". Journal of Cloud Computing. Archived from the original on July 2020. www.researchgate.net – Режим доступа до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/342900285_Intelligent_algorithms_for_cold_chain_logistics_distribution_optimization_based_on_big_data_cloud_computing_analysis (retrieved 9 March 2021).

УДК 681.5.09

Студентка 4 курсу, гр. ТА-з71 Джумік Б. І.
Доц., к.т.н. Бунь. В. П.

МЕТОДИ ЗМЕНШЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ ПРИ РОБОТІ КОТЛА

Паровий котел - пристрій, який використовується в побуті і промисловості. Він призначений для перетворення води в пару. Отриманий пар в подальшому застосовують в отоплюючій системі, енергетиці та промисловості.

При цьому пристрій може давати 2 види пара: насичений і перегрітий. Насичена пара має температуру 100°C і її використовують в опаленні приватних будинків. Перегріта пара відрізняється підвищеною температурою (до 500°C) і високим тиском. Використовується в промисловості та енергетиці. Він краще переносить тепло, тому використання перегрітої пари підвищує ККД роботи установки [1].

Проте котел, незважаючи навіть на свою користь, також має фактори шкідливого впливу на навколишнє середовище. Наприклад споживання атмосферного кисню викиданням є продукти повного спалювання CO₂, H₂O. Щоб зменшити ці параметри потрібно змінити ККД обладнання, підвищивши його. Тобто виробляти тепло за допомогою спалювання меншої кількості палива. Також треба зменшити розмір обладнання, його металомісткість та вибирати менш енергоємні матеріали для виробництва.

Ще одним поганим фактором є викид шкідливих речовин (ШР), таких як [2]:

- оксид азоту (NO, NO₂),
- зола,
- оксиди сірки (SO₂, SO₃),
- сажа (C),
- канцерогенні речовини,
- оксид вуглецю (CO)

Для утримання балансу винайдено способи, щоб зменшити шкідливі викиди:

- очищувати паливо та окислювачі від компонентів, які створюють ШР;
- затримка утворених ШР або їх випалювання;
- очищення димових газів від ШР, які з'явилися під час спалювання
- аміачно-циклічний метод
- якщо вміст сірки більше 1% він вважається відбракованим
- окиснення азотом

Оксид азоту (NO, NO₂) утворюється в результаті спалювання палива. Він зменшує кількість ультрафіолетового випромінювання, що в свою чергу викликає смог. Також, змішування озону та оксиду азоту може викликати кислотні дощі. Щоб уникнути цього для стримування та очищення NO_x потрібно зменшити температуру в зоні горіння і % концентрації реагуючих речовин. Є декілька варіантів вирішення цієї задачі:

- проміжне випромінювання в топці ;
- рециркуляція охолоджених газів ;

- збільшити тепловіддачу в амбразурі пальника ;
- двостадійне спалювання палива ;
- введення аміаку в газохід ;
- окислення N_2O_5 з подальшим розчиненням у воді.

Оксид сірки (SO_2 , SO_3) складає великий відсоток шкідливих речовин, що забруднюють атмосферу. Небезпечними вони стають при контакті з водяною парою, викликаючи погіршення самопочуття, руйнування сталевих споруд, зменшення сільськогосподарського врожаю. Для очищення палива застосовують такі методи: поглинання H_2S оксидом заліза; якщо вміст сірки в паливі більше 1% - його не використовують; введення присадок до палива.

Сажа - це дрібні частинки, що складаються з 90% вуглецю. Це залишок від неповного окиснення вуглецевмісних речовин. Сажа може бути одночасно корисним продуктом та ні. Її використовують в хімічній промисловості, поліграфії. Але маючи канцерогенні елементи відбуваються перетворення з оксиду сірки в малорозчинний сульфат та з оксиду азоту в солі азотної кислоти. Коли збільшується температура, швидкість утворення сажі також зростає, оскільки відбувається процес термічного розкладання вуглеводнів. Сажа утворюється під час спалювання, якщо процес горіння відбувається правильно.

Зола також містить в собі тверді частинки, які більш схожі на пил. Вона утворюється з мінеральної частини палива, коли воно повністю згоряє. Концентрація золи дуже маленька при спалюванні рідких або газових речовин, порівнюючи з твердими.

Оксид вуглецю (CO) - речовина з високою токсичністю, яка може призвести навіть до отруєння, якщо буде взаємодіяти з гемоглобіном. Здебільшого викиди оксиду вуглецю відбуваються на підприємствах чорної металургії, двигунах з бензиновим та дизельним топливом.

Зазвичай викиди CO у світі нерівномірні, оскільки більша частина приходить на великі та густонаселені місця, де котли не великої потужності спалюють природний газ. Завдяки рівномірному розподілу температури в топці зменшується кількість викидів CO . Але якщо стримувати NO_x - концентрація CO навпаки підвищиться. Єдиним способом не допустити цього є вприскування води або пари, бо це створить надлишкові радикали і покращить окиснення CO .

Канцерогенні речовини також виділяються при спалювання палива (наприклад бінзопірен). Вони утворюються, якщо різко охолодити димові гази під час розчинення вогнем метану (температура $600^\circ C$ та більше). Утворюються канцерогенні речовини при поганій якості спалювання та утворення сажі. Ще велику роль грає вид палива: при спалюванні твердого палива виділяється набагато більше канцерогенів, ніж при спалюванні природного газу (менше в 10 разів)

Перелік посилань:

1. Степанов Д. В. Котельні установки промислових підприємств: навчальний посібник / Д. В. Степанов, Є. С. Корженко, Л. А. Боднар. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 120 с.
2. Беликов С. Е. Котлы тепловых электростанций и защита атмосферы / С. Е. Беликов, В. Р. Котлер.– М.: Аква-Терм, 2008. — 212 с.

УДК 628.5

Студент 4 курсу, гр. ТА-71 Єлісеєва Т.Ю.
Ст. викл. Некрашевич О.В.

АНАЛІЗ ТА ПОКРАЩЕННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ЗВАРЮВАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Зварювальні процеси мають інтенсивні виділення. Наприклад, такі як: тепло, газ, дрібнодисперсний пил. Висока температура зварювальної дуги сприяє випаровуванню та окисненню металу, що сприяє виникненню пилу. Завдяки конвективним потокам, що з'являються під час зварювання газу та пил піднімаються догори. Таким чином виникає велика загазованість та забрудненість зварювальних приміщень.

Навіть при діючій вентиляції частина шкідливих для здоров'я людини елементів в багато разів перевищує норму. Причиною недостатньої ефективності вентиляційних пристроїв є те, що не вдається здійснити відток шкідливих виділень безпосередньо із зони вдихання людиною, або із зони появи шкідливих речовин.

Статистичні дослідження допоможуть визначити найбільш ефективний спосіб побудови вентиляційних систем на зварювальних підприємствах. Із усіх видів зварювання найбільш поширеною є напівавтоматичне зварювання у середовищі вуглекислого газу, яке займає приблизно (65-70)% робіт, ручне зварювання із використанням електродів займає менше 10%, зварка під шаром флюсу (15-20)%, інші види займають близько 5%.

При напівавтоматичному зварюванні у середовищі вуглекислого газу один робітник витрачає (3-5) кг зварювальної проволочки у годину. Це потребує витрати вентиляційного повітря у кількості до 20 000 м³/год на кожний зварювальний пост. У великих масштабах виробництва у цеху може працювати близько 50 людей, тобто витяжна вентиляція повинна забезпечувати повітрообмін у розмірі 1 млн м³/год. При цьому при неправильно сконструйованих відсосах шкідливих речовин їх концентрація в повітрі набагато вище норми. Тому величезні енергопотужності витрачаються без необхідного ефекту.

Велика кількість методів зварювання призвела до різноманіття конструкцій місцевих відсосів. В залежності від умов виробництва їх можна розділити на групи:

- Малогабаритні відсоси від зварювальних автоматів та напівавтоматів (вмонтовані в зварювальну апаратуру);
- Місцеві відсоси, що вмонтовані в робоче місце (для зварювання малих та середніх деталей);
- Місцеві відсоси вмонтовані в зварювальні стенди, установки та зварювальне обладнання для великогабаритних деталей;
- Місцеві відсоси для стаціонарних місць зварювання виробів середніх розмірів;

Одним із найбільш ефективних відсосів є широко відома нахилена панель рівномірного всмоктування конструкції А.С. Чернобережского (рис.1). Всмоктувальні конструкції виконані у вигляді решітки, набраної з окремих планок профільованої форми, між якими знаходяться горизонтальні щілини для всмоктування забрудненого повітря. Витрата повітря підраховується по питомій витраті повітря, яка дорівнює 3300 м³/год на 1 м² габаритної площі відсоса. Коефіцієнт місцевого опору витяжної панелі, віднесений до динамічного тиску повітря у витяжному патрубку дорівнює 0,29.

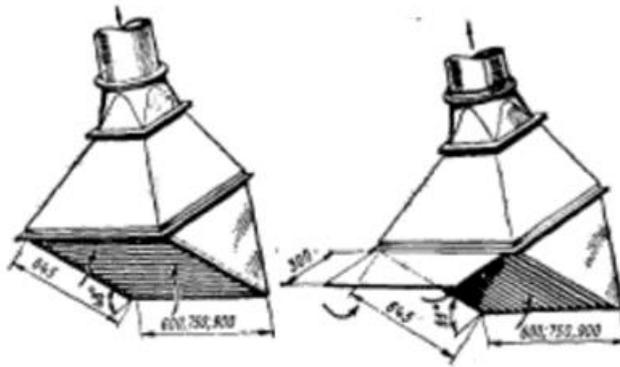


Рисунок 1 - Нахилені витяжні панелі рівномірного всмоктування [1]

Панель Чернобережского є найбільш ефективною для уловлювання шкідливих речовин при зварюванні малих деталей.

Застосування зосередженої подачі повітря в сумісних вентиляційно-опалювальних системах дозволяє різко скоротити протяжність мережі повітропроводів, за рахунок чого витрата листової сталі можна скоротити на 40-60% [2].

Основними шляхами для зниження енерговитрат на вентиляцію зварювальних цехів являється:

- Поліпшення конструкцій місцевих відсосів та установок, їх промислове виготовлення і масове застосування (рис. 2);
- Використання в доповнення місцевій вентиляції раціональних схем подачі та видалення повітря із мінімальним коефіцієнтом нерівномірності розподілення шкідливих речовин по приміщенню;
- Економія металу за рахунок застосування зосередженої подачі повітря.

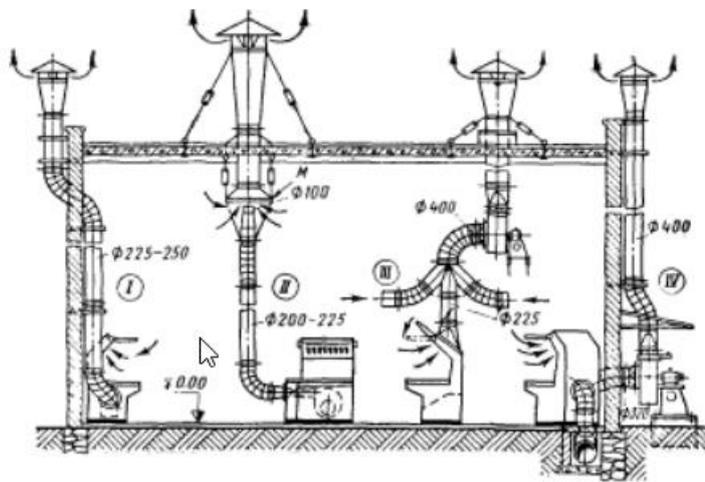


Рисунок 2 - Схема установки зварювального столу [1]

Перелік посилань:

1. Писаренко В.Л. Рогинский М.Л. Вентиляция рабочих мест в сварочном производстве. – Москва. – Машиностроение. – 1985.
2. Бронштейн Р.М. Рационально проектирование вентиляции в сварочных цехах. – Москва. – Сварочное производство. – 1976.

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ НАСОСІВ

Висока конкуренція в технічних сферах вимагає застосування сучасних підходів, наприклад таких як використання цифрових двійників технологічного обладнання. Вони являють собою віртуальну модель фізичного об'єкта в реальному часі на платформі ІоТ (Промисловий інтернет речей), яка включає в себе всі фізичні і фізико-хімічні процеси, які проходять в самому об'єкті, а також навколо нього. Цифровий двійник пристрою дозволяє передбачати зміни параметрів оригіналу в часі, визначати оптимальний режим роботи і знос пристрою, встановити причини зміни параметрів і надати поради для усунення проблем [1].

Розглянемо більш конкретно цю технологію на прикладі насосу з двигуном. Його цифровий двійник відображає комплексну систему, яка включає фізику динаміки рідини, електромеханіки, електромагнетизму і теплотехніки, а також зручний веб-додаток для відображення показників датчиків і аналізу даних. Ця система дозволить визначити оптимальну температуру для номінального режиму роботи, контролювати і підтримувати її, оптимізувати процес технічного обслуговування, пошук несправностей, оптимізувати роботу приладу та покращення наступних моделей.

Для створення цифрової моделі необхідно застосувати системне моделювання і вирішити супутні задачі динаміки та врахувати зв'язки в системі насос-двигун-контролер.

Модель насоса можна представити як об'єкт, на вхід якого подається інформація про: напругу живлення двигуна U , тиск на виході насоса p_2 , атмосферний тиск p_b і керуючий сигнал на клапан Y . А на виході отримуємо значення напору h_{gv} і кутова швидкість ω . Рівняння (1) визначає нелінійну матеріальну модель відцентрового насоса [2].

$$J \frac{d\omega}{dt} = (314k_{MT}U^2 - k_{MT}U^2\omega) - \left(\frac{k_p k_v Y \omega}{\sqrt{1 + k_c k_p^2 Y^2}} \sqrt{k_\omega \omega^2 - \rho g h_{gv} + p_b - p_2} + k_\xi \omega \right) \quad (1)$$

k_x – різні константи, які вираховуються виходячи з характеристик об'єкту.

Маючи математичну модель насоса, наступним кроком стане додання в модель поведінки відмовних компонентів. Для цього потрібно буде відпрацювати більше двохсот сценаріїв несправностей і кожний промоделювати декілька разів. Це потребує біля декількох тисяч симуляцій. Для пришвидшення симуляцій необхідно використовувати багатопоточність багатоядерних процесорів, а також функції швидкого перезапуску, які дозволяють не симулювати процеси виходу параметрів на потрібне значення кожен раз.

Створивши на основі вище описаних технологій модель насоса, яка б пройшла всі перевірки на достовірність в лабораторіях, на наступному етапі необхідно завантажити її в якесь середовище, наприклад ANSYS Simplorer, призначене для роботи з такого роду моделями. Також потрібно створити детальну тривимірну CFD-модель, яка працювала б в хмарі і могла б отримати вхідні дані як від реального насоса, так і від системної моделі [3].

Проте, щоб цифровий двійник міг проводити розрахунки для свого об'єкту в реальному часі насос необхідно оснастити датчиками тиску на вході та виході, акселерометрами для визначення вібрацій, витратоміром на виході. Ці давачі дозволять підключити насос до системи збору даних на пристрій периферійних обчислень, таких як HPE Edgeline EL20. Проте даний пристрій був би недієздатним без програмної платформи PTC ThingWorx, що призначена для створення екосистеми, що об'єднує пристрої і датчики через інтернет речей [4].

Для демонстрації переваг цифрового двійника змодельємо ситуацію. Нехай регулюючий клапан на вході насосу закрили на половину. Датчики показали суттєве падіння тиску всмоктування, напору і витрати, а акселерометри фіксують високий рівень вібрації. Цифровий двійник розрахує, що при такому режимі термін безаварійної роботи зменшиться на декілька місяців і повідомить про це оператора. Таким чином показники давачів і розрахунки моделі дозволять спрогнозувати вплив аномальних умов на стан насосу. Для визначення причини зниження ефективності роботи насосу можна буде підключити тривимірну модель до фізичного насосу, що в свою чергу дозволить побачити, що в такому режимі роботи з'являються області низького тиску, в яких з'являються кавітаційні бульбашки, що видно на рис. 1.



Рисунок 1 - CFD-модель, на якій продемонстровані кавітаційні бульбашки.

Відключивши модель від фізичного насосу можна за допомогою інтерфейсу цифрового двійника опрацювати різні способи вирішення проблеми, наприклад збільшити ступінь відкриття регулюючого клапану на вході. Промодельовавши це рішення можна побачити, що кавітаційні бульбашки більше не з'являються і режим роботи насосу став більш оптимальним.

Подібні операції можна проводити в багатьох випадках, наприклад визначати збільшення температури двигуна насосу за показниками витрати и тиску, що дозволить відреагувати, провести дослідження і оптимізувати режим роботи насосу, зменшивши температуру двигуна.

Перелік посилань:

1. Стаття "Creating a Digital Twin for a Pump" вперше була надрукована в журналі "ANSYS Advantage" (Volume XI 2017).
URI: <https://www.ansys.com/about-ansys/advantage-magazine/volume-xi-issue-1-2017/creating-a-digital-twin-for-a-pump>
2. Стаття "Mathematical Modeling of Pump System" вперше була надрукована на конференції "Electronic International Interdisciplinary Conference". Дата оновлення 6.09.2013.
URI: https://www.researchgate.net/publication/283348821_Mathematical_Modeling_of_Pump_System
3. Блог "Вторая версия цифрового двойника насоса" вперше була надрукована на сайті компанії "Software Engineering Group". Дата оновлення 28.09.2017
URI: <https://www.ansys.soften.com.ua/about-ansys/blog/303-vtoraya-versiya-tsifrovogo-dvojnika-nasosa-s-dvigatелеm.html>
4. Стаття "Цифровые двойники, основанные на симуляции мультифизических процессов" вперше була надрукована в журналі "САПР и графика". Дата оновлення 07.07.2019. URI: <https://sapr.ru/article/25888>

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПОКУПОК В СУПЕРМАРКЕТИ

З появою великих магазинів в світі з'явилась проблема того, що чим більше магазин тим більше в ньому покупців, а з цього виходить, що і кас та людей потрібно більше для них. Але магазини не завжди роблять так, щоб покупка в магазині була не часозатратною, статистика каже нам те, що людина в середньому 2 години на неділю стоїть в чергах. Для більшого достатку від магазину, їх будують з меншою кількістю кас та робітників, а це супроводжує те, що покупцям треба більше часу стояти в черзі та чекати коли черга дійде до них. За 100 років існування великих магазинів ніхто так і не навчився робити магазини так, щоб покупцям було легко зайти та купити щось собі за невеликий обсяг часу. Навіть винахід кас самообслуговування не допоміг спростити покупку чогось та зменшити кількість годин проведених в магазині. Уявіть, якщо ви купили 20 пляшок води і кожна треба пробити на касі, або коли ти 15 хвилин чекаєш, поки хтось розрахується копійками.

А в останні роки через появу пандемії коронавірусу, яка легко розповсюджується між людьми, похід в магазин став ще більш важкою проблемою, бо вам потрібно мати контакт з різною кількістю людей, а особливо касирів. Багато людей стоять в черзі та багато з них не дотримуються потрібної дистанції, що призводить до росту ризику вашої захворюваності.

Тому виникає потреба в тому, щоб зробити магазин, де покупець був би на самообслуговуванні, без кас та продавців, лише з робітниками, які б могли допомогти в вирішенні проблеми, яка виникла [1].

Але до останнього часу було важко так зробити, бо ніхто не міг побудувати таку систему, яка б могла реалізувати магазин без кас. Потрібні були спеціальні мітки на речі, які продавались в магазині, потрібні були датчики, які б сканували ці мітки, потрібна була система, яка б опрацьовувала всі дані, які з'являлись при зчитуванні датчиком мітки, потрібна б була організована система реєстрації обраного предмету за покупцем, який цей товар взяв з полиці, потрібна б була система для захист від крадіжки та багато інших систем.

Але вирішення було знайдено. Перші магазини були протестовані в Сполучених Штатах Америки, де випробовування спочатку проходило тільки з покупцями саме компанії, яка розробляла такі системи для магазинів, а потім вони почали з'являтися для звичайних охочих. Для простого покупця було реалізовано систему, що він може ходити по магазину, вибирати потрібні товари, складати їх в пакет, а потім при виході з магазину через спеціальні турнікети скануються товари і сума покупки автоматично списується з його рахунку [2].

Але з боку автоматизації це є більш складним процесом. В цій системі використовується машинний зір, алгоритми глибинного навчання і поєднання сенсорних даних з різних джерел. Для реалізації поставленої мети пропонується створити систему, яка буде мати інформацію про клієнта і виконувати всі необхідні дії по оплаті автоматично. Перед тим, як зайти в магазин клієнту потрібно мати з собою смартфон з доступом до інтернету. Він встановлює спеціальний програмний додаток на телефон, в якому потрібно вказати необхідні дані та зареєструвати платіжну картку. Після цього йому потрібно зайти в додаток та отримати в ньому QR-код (це тип матричних штрих-кодів) , який вже повинен зареєструватись в базі даних системи. Потім він просто прикладає екран свого телефону до зчитувача в турнікеті, який зчитує цей QR-код та впускає його до магазину або ні, якщо цей QR-код неправильний або ви просто його не надаєте. Цей QR-код можна використовувати декілька разів, якщо клієнт прийшов в

магазин з сім'єю або друзями, система сама запам'ятає людей, які скористались цим QR-кодом. Після потрапляння в магазин покупець може обирати товари, які йому потрібні. В магазині розташовано велика кількість камер та датчиків зчитування RFID-міток (спосіб автоматичної ідентифікації об'єктів, в якому за допомогою радіосигналів зчитуються або записуються дані, що зберігаються в так званих транспондерах), які є на кожному виробі або продукті. Система сама розуміє, що людина, яка зареєстрована на такий-то телефон з таким-то QR-кодом бере виріб або продукт та додає його у віртуальний кошик покупця. Усі покупці, які також пройшли по цьому QR-коду будуть записані в той самий кошик. У випадку, коли клієнт передумав та поклав назад товар на полицю, то цей товар система просто відніме з його віртуального кошика, і так само буде з товарами, які брали та клали назад покупці, які пройшли по тому ж коду. Після того, як покупець обрав всі необхідні товари йому потрібно лише вийти з магазину. Система сама зчитає те, що він покинув магазин, коли пройшов повз турнікети. Через деякий час йому прийде чек на уся продукцію, яку він та люди, які пройшли по QR-коду, обрали та винесли з магазину, та знімуться кошти з карти, яку він реєстрував в мобільному додатку.

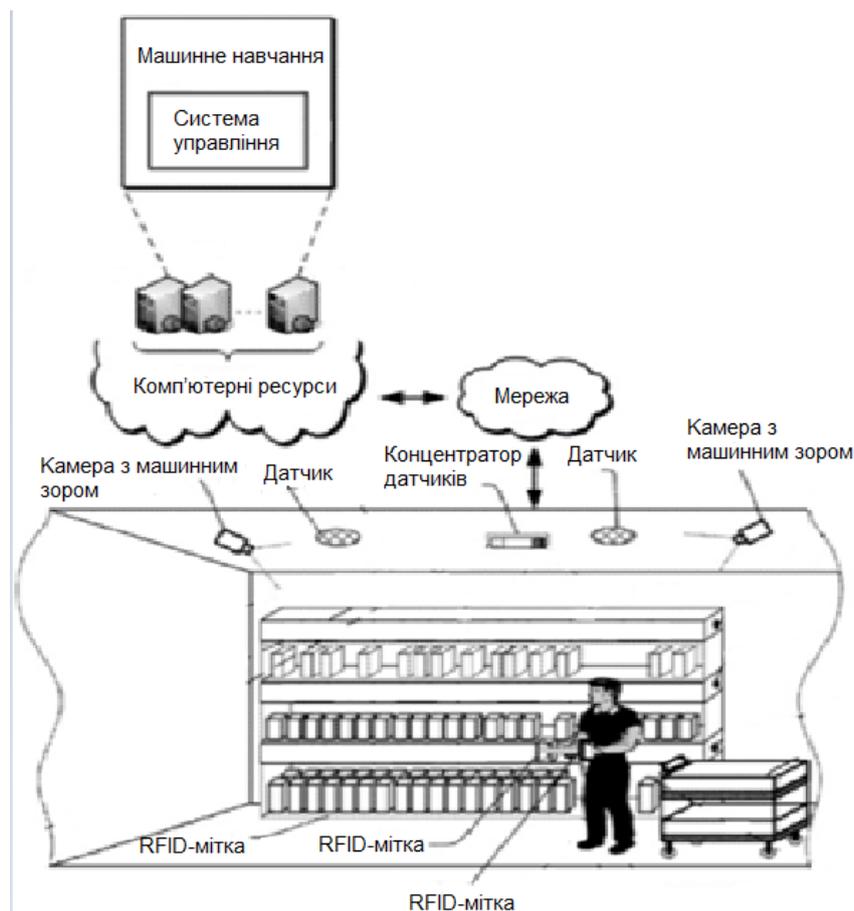


Рисунок 1 - Структурна схема роботи системи

Отже, запропонована система дозволить вирішувати багато проблем з потоком людей та захочувати людей ходити саме в такі магазини, які будуть зберігати їхній час та здоров'я.

Перелік посилань:

1. Amazon Go — магазин без кас и очередей [Електронний ресурс]: Режим доступу: <https://habr.com/ru/post/399725/>
2. Amazon Go and Amazon Fresh: How the 'Just walk out' tech works [Електронний ресурс]: Режим доступу: <https://www.pocket-lint.com/gadgets/news/amazon/139650-what-is-amazon-go-where-is-it-and-how-does-it-work>

Студент 4 курсу, гр. ТА-71 Лобзов Н.С.
Доц., к.т.н. Батюк С.Г.

МОБІЛЬНИЙ ПОЛІГОН ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ АТК НА ПЛАТФОРМІ ПЛК PLCNEXT

Сучасна технологія імітаційного моделювання АТК з використанням програмної моделі ТОУ і програмно-технічних засобів контролерної та супервізорної автоматизації [1] активно використовується на стадіях розробки, впровадження, модернізації і тиражування промислових АСУТП.

Мобільний полігон на платформі ПЛК PLCnext від компанії Phoenix Contact повинен реалізувати наступні функції:

1. імітаційне моделювання АТК барабанового котла;
2. імітаційне моделювання АТК системи гарячого водопостачання (ГВП) будівлі.

Планується використати розроблений полігон імітаційного моделювання АТК барабанового котла і АТК системи ГВП в лабораторних роботах з дисциплін з автоматизації і супервізорного програмування.

Склад мобільного полігону імітаційного моделювання на платформі ПЛК PLCnext:

1. програмно-технічний симулятор АТК барабанового котла і АТК системи ГВП на платформі ПЛК PLCnext;
2. цифровий двійник АТК барабанового котла і АТК системи ГВП на платформі ПК з програмним забезпеченням і проектами SimuLink, CoDeSys, WebStudio ()

Барабановий котел входить до складу енергоблоку ТЕС. Моделюються САР теплового навантаження і живлення котла за збуренням зі сторони парового колектору турбіни. В САР живлення змодельований ефект набухання рівня пароводяної суміші в барабані енергетичного котла.

Система ГВП будівлі – інженерна система життєзабезпечення будівлі, яка використовується в багатьох промислових і непромислових будівлях. Призначенням системи є циркуляція і постачання гарячої води необхідної температури споживачу у систему гарячого водопостачання. Регулюється температура прямої води в системі.

Мобільний полігон імітаційного моделювання на платформі ПЛК PLCnext від компанії Phoenix Contact реалізує наступну програмно-технічну функціональність:

1. Типові електричні вхідні і вихідні підключення до хардПЛК PLCnext шляхом взаємної комутації вхідних і вихідних сигналів;
2. Типові функції первинної обробки даних в хардПЛК PLCnext (фільтрація; апроксимація; масштабування; порівняння; обмеження; гістерезис; алармування; аналітика; інтегрування; лічильник; таймер; генератор);
3. Програмний симулятор типової каскадної САР в хардПЛК PLCnext. Універсальна модель об'єктів управління барабанового котла і системи ГВП в ПЛК – дві аперіодичні ланки 1-го порядку;

4. Цифровий двійник АТК барабанового котла і АТК системи ГВП в СКМ Matlab Simulink. Універсальна модель об'єктів управління барабанового котла і системи ГВП в СКМ – чотири аперіодичні ланки 1-го порядку;
5. Цифровий SIL-двійник АТК барабанового котла і АТК системи ГВП на платформі СКМ Matlab Simulink (модель ТОУ), софтПЛК CoDeSys (контролерна функціональність), HMI/SCADA-системи WebStudio (супервізорна функціональність). Обмін даними за протоколом OPC;
6. Цифровий НІЛ-двійник АТК барабанового котла і АТК системи ГВП на платформі СКМ Matlab Simulink (модель ТОУ), хардПЛК PLCnext (контролерна функціональність), HMI/SCADA-системи WebStudio (супервізорна функціональність). Обмін даними за протоколом ModBus.

Додатково розроблена імітаційна модель одноконтурної САР з предиктивним регулятором. Предиктивний регулятор побудований за схемою предиктора Сміта з використанням еталонної моделі ОУ в додатковому зворотному зв'язку за виміряними значеннями управляючої дії.

Перелік посилань:

1. Рыбалев А.Н. «Имитационное моделирование АСУ ТП». – Благовещенск: Амурский гос.ун-т, – 2019. С. 9-10.

Студент 4 курсу, гр. ТО-71 Лядишев Д.К.
Доц., к.т.н. Степанець О.В.

ПРИХОВАНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНИХ ІОТ ПРИСТРОЇВ АВТОМАТИЗАЦІЇ В СИСТЕМАХ "РОЗУМНИХ БУДІВЕЛЬ"

У наш час усе більше й більше люди починають цікавитися гаджетами, інтернетом, цифровими технологіями. Внаслідок стрімкого розвитку мікроконтролерної техніки та засобів зв'язку, зокрема інтернету, на ринку почала з'являтися велика кількість засобів автоматизації, направлених на збільшення побутового комфорту людей. За даними порталу Statista [1], до 2025 року очікується не менше 75 млрд одиниць розумного обладнання. На сцену вийшли IoT (Internet of Things) рішення для автоматизації, які конкурують із добре проробленими професійними засобами за рахунок зручності та доступності. Принаймні, такий лейтмотив читається в маркетингових матеріалах виробників [2].

Окрім очевидних переваг і зручностей використання подібних пристроїв, їм потенційно притаманні і недоліки, які не так широко висвітлюються. Серед таких проблем сучасних IoT пристроїв варто виділити кібербезпеку, сумісність, підтримку впродовж життєвого циклу.

Безпека є життєво важливим аспектом у будь-якій сучасній системі. Як персональний комп'ютер, де зберігаються дані, чи смартфон, розумні пристрої не є винятком, оскільки всі вони використовують дані для взаємодії з іншими системами оселі. Крім того, всі ці пристрої використовують інтернет як сервіс зберігання та передачі даних, тому забезпечити безпеку на належному рівні - це випробування для кожної компанії та виробника. Складність у досягненні безпеки стоїть на одному рівні з реалізацією функціональності та інтерфейсу самого пристрою. Зростання кількості пристроїв ускладнює процес їх перевірки на безпечність.

У наш час, окрім дротових протоколів передачі даних, починають набувати популярності бездротові: Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, Z-Wave тощо. Кожен із них має свої переваги та недоліки: Wi-Fi краще пристосований для роботи з мультимедійними пристроями, Bluetooth енергоефективний, але має невеликий радіус та швидкість передачі даних, ZigBee був створений для роботи з датчиками та периферією, але має проблеми з сумісністю, Z-Wave має порівняно високу ціну, але, з іншого боку, має ретрансляцію сигналу та топологію mesh для швидкої комунікації з сумісними пристроями, які підтримують цей протокол.

Кожен розумний пристрій, підключений до домашньої мережі, повинен мати достатній індивідуальний захист, оскільки лише один вразливий пристрій у мережі може скомпрометувати дані та функціонування всієї системи. Серед найбільш відомих потенційних жертв виділяють такі: розумні дитячі іграшки та камери, роботи-пилососи та деякі датчики (диму, пожежі), які мають статистично найбільш слабкий захист [3]. Однак потенційно небезпечним варто вважати кожний пристрій, приєднаний до мережі, включно з центральними процесорами розумних будинків та роутерами [4]. Так, ботнет Mirai [5] шляхом підбору комбінацій логінів і паролів за замовчуванням зламав велику кількість камер і роутерів, які були в подальшому використані для DDoS-атаки на провайдерські мережі UK Postal Office, Deutsche Telekom, TalkTalk, KCOM і Eircom. При цьому «бутфорс» IoT-пристроїв здійснювався за допомогою Telnet.

Загалом сценарії атак (і їх цілі) можна розділити на кілька категорій [6]:

- отримання грошей;
- створення хабів для майнінгу криптовалюти;
- проведення DoS- і DDoS-атак за допомогою зламаного обладнання;

- створення ботнету;
- крадіжка фінансової та особистої інформації;
- руйнування власності та залякування;
- відправка помилкових повідомлень і недостовірної інформації;
- запуск помилкових спрацьовувань сигналізації.

Для IoT-пристроїв складовими кібер-безпеки є: цілісність коду, перевірка автентичності користувачів та/або пристроїв, встановлення прав володіння, у тому числі на генеровані ними дані, а також можливість протидії віртуальним і фізичним атакам.

Ще одна значна проблема - це сумісність пристроїв. Багато виробників намагаються створити свою екосистему, тому пропонують власні стандарти та різні «шлюзи» для своєї продукції, щоб користувачі обирали вже готову та зручну екосистему для свого дому, яка, однак, не завжди є дружньою до обладнання інших вендорів. Оновлення програмного забезпечення (ПЗ) також може викликати труднощі, оскільки через постійно зростаючу кількість типів пристроїв, які потребують оновлень не тільки функціоналу та інтерфейсу користувача, а й регулярних оновлень безпеки для усунення нових вразливостей. Також слід зазначити, що кожне нове оновлення може нести в собі проблеми з безпекою та локалізацією на різних пристроях, оскільки дуже складно досягти крос-платформних рішень для кожного окремого додатку. Наприклад, після одного з оновлень ПЗ пристроїв Хіаомі виникла проблема – ряд пристроїв просто пропав з додатку і користувачі втратили над ними контроль [7], тому слід також враховувати й регулярність оновлень кожного з пристроїв у будинку.

Звісно, усі ці проблеми не залишаються без уваги. Створюються незалежні комітети та нові критерії стандартизації: IT Trust Framework Verizon — ICSA Labs, ICSA Labs UL Cybersecurity Assurance (CAP), EC128/2002, OEE та ін. Компанії намагаються відповідати стандартам якості та тримати марку іміджу. Зараз постійно ведеться покращення сучасних розумних пристроїв, витрачаються кошти на створення комітетів з безпеки, та ведуться розробки в напрямку спрощення процесу адаптації ПЗ під різні прилади та датчики. Через постійне зростання темпів виробництва та попиту на розумні пристрої, все більше людей починають користуватися новітніми засобами автоматизації. Зі збільшенням кількості розумної техніки спрощується життя людей, але й з'являються нові загрози, пов'язані з наведеними факторами на які потрібно звертати увагу.

Перелік посилань:

1. Number of IoT devices 2015-2025 URL:<https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/> (дата звернення 03.03.21)
2. IoT in Daily Life URL: <https://www.strate.education/gallery/news/iot-daily-life> (дата звернення 03.03.21)
3. Почти 100% "умных" систем домашней безопасности не защищены от хакеров URL: <https://www.ferra.ru/review/smarthome/SmartHome-CyberSecurity.htm> (дата звернення 03.03.21)
4. Milan Fránek, Miloš Čermák. Serious flaws found in multiple smart home hubs: URL: <https://www.welivesecurity.com/2020/04/22/serious-flaws-smart-home-hubs-is-your-device-among-them/> (дата звернення 03.03.21)
5. Warwick Ashford. More than 2,000 TalkTalk routers hijacked by Mirai botnet variant URL: <https://www.computerweekly.com/news/450404326/More-than-2000-TalkTalk-routers-hijacked-by-Mirai-botnet-variant> (дата звернення 03.03.21)
6. Безопасность Интернета вещей URL: <https://hi-tech.ua/article/bezopasnost-interneta-veshhej-kak-mozhno-vzlomat-umnyj-dom/> (дата звернення 03.03.21)
7. Александр Богданов. Обновление Mi Home для iOS блокирует устройства Xiaomi URL: <https://appleinsider.ru/ios/obnovlenie-mi-home-dlya-ios-blokiruet-ustrojstva-xiaomi-v-nepravilnyx-regionax.html> URL (дата звернення 03.03.21)

Студент 4 курсу, гр. ТА-з71мн Малащенко В.В.
Доц., к.т.н. Голінко І.М.

АВТОМАТИЗАЦІЯ КАСКАДНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН

Однією із найбільш актуальних проблем сьогодення у суспільстві є пандемія COVID-19. Деякі інформаційні джерела навіть сповіщають про початок “вірусної війни”, оскільки в світі дуже гостро стоїть проблема енергоресурсів та перенаселення. Так чи інакше, але той хто має запас вакцин та можливості їх збереження – у того кращі шанси для економічного розвитку. Як уточнює видавництво Bloomberg [1], розроблений компаніями Pfizer та BioNTech препарат після виробництва заморожується і повинен зберігатися при температурі не вище $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$, на досягнення таких мінусових температур здатні лише багатоступінчасті холодильні установки.

У одноступінчастих холодильниках ступінь стиснення пари в циліндрі компресора обмежений відношенням тиску всмоктування пари P_v до тиску насичення (конденсації) P_n і складає $P_n/P_v=3\dots 8$. Із пониженням температури випаровування, знижується питомий об'єм парів холодоагенту, що вимагає підвищення витрати енергії у компресорі. Крім того, зі збільшенням відношення P_n/P_v підвищуються втрати на дроселюванні холодоносія. Ці чинники стали основною причиною використання установок багатоступінчатого охолодження.

На рис.1 показана технологічна схема каскадної холодильної машини [2]. Тут на верхньому каскаді циклу використовується аміак, що забезпечує роботу установки в інтервалі температур $+30\dots -30\text{ }^{\circ}\text{C}$, а на нижньому каскаді циклу застосовується етилен, що забезпечує роботу циклу в інтервалі температур від $-25\dots -90\text{ }^{\circ}\text{C}$.

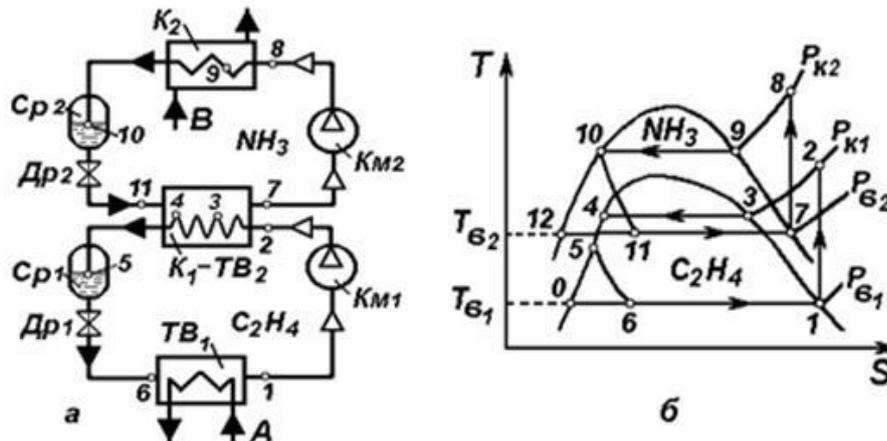


Рисунок 1 - Технологічна схема каскадної холодильної машини (а), T - S діаграма (б) охолодження, потоки: A – середовище, що охолоджується; B – вода (повітря); K_{M1} , K_{M2} – компресор першого (нижнього) і другого (верхнього) каскаду; $Др1$, $Др2$ – дросельний вентиль першого і другого каскаду; $TВ1$, $TВ2$ – випарник нижнього і верхнього каскаду; $K1$, $K2$ – конденсатор нижнього і верхнього каскаду; $Ср1$, $Ср2$ – збірники рідини (ресивер) нижнього і верхнього каскаду; 1...12 – вузлові точки процесу охолодження в координатах T - S діаграми

Розглянемо принцип роботи холодильної машини для її подальшої автоматизації. У компресорі K_{M2} стискаються пари аміаку (процес 7–8) до тиску конденсації $P_{K2}=1.2\dots 1.4$ МПа. Далі, пари поступають на охолодження і конденсацію у конденсатор $K2$. Конденсатор забезпечує водяне охолодження і конденсацію аміаку на верхньому каскаді (процес 8–9–10), передаючи тепло воді. Тиск пари аміаку в міжтрубному просторі конденсатора складає $\approx 1,2$ МПа при температурі конденсації $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Зріджений аміак збирається в ресивері C_{P2} , потім дроселюється вентилем D_{P2} до тиску випаровування $P_{B2}=0.12\dots0.15$ МПа. При цьому тиску рідкий аміак випаровується (процес 11–7) у випарнику-конденсаторі K_1-TB_2 . Аміачний випарник верхнього каскаду служить одночасно конденсатором пари етилену, який використовується в якості холодоагенту в нижньому каскаді. При цьому аміак випаровується в міжтрубному просторі, а етилен конденсується в трубках.

На холодильній установці нижнього каскаду пари етилену стискаються компресором K_{M1} (процес 1–2). Далі, охолоджуються, конденсуються і рідина переохолоджується в трубному просторі конденсатора-випарника K_1-TB_2 при температурі -20 °С під тиском $P_{K1}=2.0$ МПа (процес 2–3–4–5). Рідкий етилен збирається в ресивері C_{P1} , потім дроселюється (процес 5–6) вентилем D_{P1} до тиску випаровування $P_{B1}\approx 0.25\dots0.3$ МПа і надходить на випарник нижнього каскаду TB_1 , де випаровується (процес 6–1) в міжтрубному просторі за рахунок тепла охолоджуваного газу, при цьому температура випаровування T_{B1} складає $-85\dots-90$ °С. Мінімальний перепад температур між охолоджуваним середовищем і температурою випаровування холодоагенту у випарнику повинен бути не менше 5 °С. Каскадний холодильний цикл є найекономічнішим методом зріджування газів, при цьому вимагається застосування декількох холодоагентів.

Об'єктом керування в таких машинах є [3]: заповнення випарників і ресиверів; температура випаровування; температура конденсації, протік та тиск холодоагентів. Подача холодоагенту у випарники TB_1 та TB_2 із одночасним дроселюванням проводиться поплавковим регулюючим вентилем (ПРВ), який отримує сигнал від поплавкового датчика. Автоматичний захист компресорів K_{M1} , K_{M2} включає захист від: попадання рідкого холодоагенту у всмоктуючий трубопровід компресора; неприпустимих відхилень параметрів компресорів від номінальних робочих значень. Захист від попадання рідкого холодоагенту у всмоктуючий трубопровід компресора забезпечує автоматичний контроль рівнів в випарниках TB_1 та TB_2 , при досягненні неприпустимих рівнів передбачається аварійна зупинка компресорів K_{M1} , K_{M2} і подача аварійного сигналу в схему автоматизації. При регулюванні рівнів холодоагенту, чи стабілізації температурного режиму об'єкту охолодження використовується класична одноконтурна система автоматичного регулювання.

У схемах автоматизації каскадних холодильних машини крім описаних систем регулювання, сигналізації і захисту застосовують наступні види автоматичного керування:

- пуск агрегатів в заданій послідовності;
- автоматичне включення додаткового обладнання насосів, вентиляторів повітроохолоджувачів, вентилів і засувок з електроприводом;
- напівавтоматичне керування холодильною машиною, при якому після автоматичного вимкнення машин технічними засобами блокування, її повторне включення відбувається вручну;
- дистанційне керування окремими вузлами і механізмами із щита керування.

Сучасні технічні засоби управління компресорами передбачають використання частотних перетворювачів, що дозволяє точно регулювати температурний режим холодильних машини і одночасно заощадливо використовувати енергоресурси. Саме ці дослідження із автоматизації холодильних машин планується розглянути у подальшому.

Перелік посилань:

1. Bloomberg: условия хранения вакцины Pfizer могут стать препятствием для ее распространения, [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/4566711>.
2. Петров, Ю.С. Судовые холодильные машины и установки [Текст]: / Ю.С. Петров. –Ленинград: Судостроение, 1991. – 400 с.
3. Левченко, О. І. Автоматизація холодильних машин і установок [Текст]: / О.І. Левченко. –К.: НУХТ, 2007. – 97 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В АВТОМАТИЗАЦІЇ

Доповнена реальність (AR) — проектування будь-якої цифрової інформації (зображення, відео, текст, графіка і т.д.) поверх екрану будь-яких пристроїв. В результаті реальний світ доповнюється штучними елементами і новою інформацією. Може бути реалізована за допомогою додатків до звичайних смартфонів і планшетів, окулярів доповненої реальності та інших технологій.

Для роботи з AR на виробництві використовується смартфон, планшет або смарт-окуляри з відеокамерою і відповідним програмним забезпеченням (ПЗ). Коли об'єкт камери спрямований на об'єкт (одиницю обладнання), програмне забезпечення по задалегідь встановленому маркеру або після аналізу форми об'єкта підключається до тривимірного цифрового двійника, який розміщений на сервері підприємства або в хмарі. Потім пристрій AR завантажує необхідну інформацію і накладає її на зображення об'єкта. У результаті співробітник підприємства бачить на екрані (або через окуляри) частково фізичну реальність, частково цифрову. При цьому оператор, що керує цією одиницею обладнання, та технік-ремонтник, дивлячись на один об'єкт, будуть бачити різну доповнену реальність, згідно до заданих функціональних задач. Ремонтник може бачити дані стосовно експлуатації зазначеної одиниці обладнання або технічні характеристики того чи іншого вузла, який обслуговує. Оператору пристрій AR може допомагати управляти об'єктом – завдяки сенсорному екрану, голосом або жестами. При русі співробітника розмір і орієнтація дисплея AR автоматично коригуються, непотрібна інформація зникає, а нова з'являється.

Тривимірна цифрова модель створюється або за допомогою САПР (зазвичай ще на етапі розробки об'єкта), або шляхом оцифрування даної одиниці обладнання. Цей цифровий двійник збирає інформацію про стан об'єкта з різних інформаційних систем, як зовнішніх так і внутрішніх джерел, зокрема таких, що отримується від нього самого. З його допомогою ПЗ доповненої реальності масштабує і точно розміщує на зображенні об'єкта або навколо нього актуальні дані [1].

Пристрої доповненої реальності поділяються на наступні групи:

- Мобільні пристрої. До них відносять планшети, смартфони, окуляри та лінзи доповненої реальності.
- Окуляри доповненої реальності. Це окремий повноцінний пристрій, розроблений безпосередньо для роботи з AR. Вони, як правило, вміють проектувати голограми та інформацію у реальний простір, але не прив'язуються до фізичних об'єктів.
- Спеціальні засоби. До них відносять, наприклад, спеціалізовані шоломи військових пілотів. На скло шолома виводиться необхідна пілоту важлива інформація і він може сприймати її, не переводячи погляд на панель приладів, тим самим швидко орієнтуватись у ситуації. Багато з подібних систем дозволяє здійснювати вибір цілі шляхом повороту голови чи рухом очей пілота.

Деякі провідні компанії у сфері автоматизації вже розробили свої рішення та продукти, що використовують технологію AR для задач автоматизації виробництва.

Однією з перших була розробка від Schneider Electric, а саме EcoStruxure Augmented Operator Advisor. Продукт представляє собою планшет зі спеціальним програмним забезпеченням, що дозволяє операторам накладати поточні дані та віртуальні

об'єкти на шафу, машину чи установку. Інформація може бути наступного типу: дані в режимі реального часу з PLC, документи, зображення, веб-сторінки, примітки, мітки, дані з SQL бази даних. Наявна можливість відкрити електричну шафу, що візуалізує її наповнення, або отримати доступ до деяких прихованих частин машини. Функція замороження зображення дозволяє заморозити зображення та продовжити роботу, поклавши планшет на стіл, щоб звільнити руки [2].

Також варто відзначити розробку компанії Siemens – платформа доповненої реальності Librestream Onsite. На відміну від Schneider Electric, ця розробка застосовується у поєднанні зі смарт-окулярами Onsite. Новий софт дає інженерам можливість дистанційно перевіряти, діагностувати і обслуговувати обладнання, таке як промислові парові турбіни, сухопутні і морські нафтогазові платформи, а також контрольно-вимірювальні прилади і засоби управління. У Librestream відзначили, що переваги включають прискорене вирішення технічних проблем, підвищену продуктивність і безпеку співробітників, а також збільшений час безвідмовної роботи машин.

Застосування такої платформи дозволяє забезпечити низку переваг:

- дистанційну спільну роботу експертів;
- штучний інтелект, такий як розпізнавання об'єктів з інтегрованими даними Інтернету речей;
- цифрові робочі процеси і управління документами для керівництва, збору і поширення інформації;
- спеціальне польове обладнання, включаючи адаптер Onsite Hub і вибухозахищений тепловізор Onsite Cube;
- інтеграція з системами спільної роботи, такими як Microsoft Teams, для спрощення взаємодії в організації [3].

Перелік посилань:

1. Яковлев Б.С. Классификация и перспективные направления использования технологии дополненной реальности [Електронний ресурс] / Б.С. Яковлев, С.И. Пустов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки – 2013. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-i-perspektivnye-napravleniya-ispolzovaniya-tehnologii-dopolnennoy-realnosti>
2. EcoStruxure™ Augmented Operator Advisor [Електронний ресурс]: Режим доступа: <https://www.se.com/ww/en/product-range-presentation/64507-ecostruxure%E2%84%A2-augmented-operator-advisor/#tabs-top>
3. Onsite Augmented Reality Service Platform [Електронний ресурс]: Режим доступа: <https://librestream.com/products/onsight-connect/>

Студент 4 курсу, гр. ТА-71 Панасенко Ю.А.
Доц., к.т.н. Батюк С.Г.

МОБІЛЬНИЙ ПОЛІГОН ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ АТК НА ПЛАТФОРМІ ПЛК Unitronics

Технологія імітаційного моделювання АТК – актуальна технологія інформаційного моделювання АТК з використанням програмної моделі ТОУ і програмно-технічних засобів контролерної і супервізорної автоматизації [1]. Використовується для розробки, модернізації і тиражування промислових АСУТП.

Мобільний полігон на платформі ПЛК Unitronics від компанії Unitronics повинен реалізувати наступні функції:

1. імітаційне моделювання АТК промислової топки;
2. імітаційне моделювання АТК промислової котельні.

На основі мобільного полігону імітаційного моделювання АТК промислової топки і АТК промислової котельні будуть розроблені лабораторні роботи з дисциплін з автоматизації і супервізорного програмування.

Програмно-технічне забезпечення мобільного полігону імітаційного моделювання на платформі ПЛК Unitronics:

1. програмно-технічний симулятор АТК промислової топки і АТК промислової котельні на платформі ПЛК Unitronics;
2. цифровий двійник АТК промислової топки і АТК промислової котельні на платформі ПК з програмним забезпеченням і проектами SimuLink, CoDeSys, WebStudio.

Промислова топка – класичний об'єкт автоматизації. САР температури, САР економічності згоряння палива, САР розрідження – класичні задачі автоматизації і класичні одноконтурні і каскадні САР.

Промислова котельня – складна теплоенергетична система, яка використовується для отримання водяної пари або гарячої води за рахунок теплоти палива, що згорає. Основним теплоенергетичним агрегатом котельні є водогрійний котел, в якому відбувається нагрівання води до заданої температури.

Мобільний полігон імітаційного моделювання на платформі ПЛК Unitronics від компанії Unitronics реалізує наступну програмно-технічну функціональність:

1. Типові електричні входні і вихідні підключення до хардПЛК Unitronics шляхом взаємної комутації входних і вихідних сигналів;
2. Типові функції первинної обробки даних в хардПЛК Unitronics (фільтрація; апроксимація; масштабування; порівняння; обмеження; гістерезис; алармування; аналітика; інтегрування; лічильник; таймер; генератор);
3. Програмний симулятор типової каскадної САР в хардПЛК Unitronics. Універсальна модель об'єктів управління промислової топки і промислової котельні в ПЛК – дві аперіодичні ланки 1-го порядку;
4. Цифровий двійник АТК промислової топки і АТК промислової котельні в СКМ Matlab Simulink. Універсальна модель об'єктів управління промислової топки і промислової котельні в СКМ – чотири аперіодичні ланки 1-го порядку;

5. Цифровий SIL-двійник АТК промислової топки і АТК промислової котельні на платформі СКМ Matlab Simulink (модель ТОУ), софтПЛК CoDeSys (контролерна функціональність), HMI/SCADA-системи WebStudio (супервізорна функціональність). Обмін даними за протоколом OPC;
6. Реалізація цифрового НІЛ-двійника АТК промислової топки і АТК промислової котельні на платформі СКМ Matlab Simulink (модель ТОУ), хардПЛК Unitronics (контролерна функціональність), HMI/SCADA-системи WebStudio (супервізорна функціональність). Обмін даними за протоколом ModBus.

Додатково розроблена імітаційна модель одноконтурної САР з квадратичним регулятором. Квадратичний регулятор побудований за схемою каскадної АСР без додаткового зворотного зв'язку і забезпечує регулювання з абсолютним мінімумом лінійного інтегрального критерію.

Перелік посилань:

1. Рыбалев А.Н. «Имитационное моделирование АСУ ТП». – Благовещенск: Амурский гос.ун-т, – 2019. С. 9-10.

Студент 4 курсу, гр. ТО-71 Перегуда К.Д.
Доц., к.т.н. Степанець О.В.

ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТУ ЗАСОБАМИ NODE-RED

Останнім часом дуже гостро стоїть питання енергозбереження. Адже в усьому світі різко піднялись ціни на енергоресурси. Першим кроком до енергозбереження є облік споживаних енергоресурсів. Це здійснюється за допомогою різних приладів: лічильників газу, води, тепла, електроенергії. Вони дають первинну інформацію про міру та тенженції споживання, тим самим стимулюючи оптимізувати ці витрати за рахунок детального аналізу поточного споживання енергоресурсів, обчислення енергоефективності всіх процесів. Як результат - перелік конкретних заходів щодо поліпшення енергозбереження та енергоефективності, які потім будуть реалізовані у вигляді конкретних заходів, технологій, процесів [1].

Враховуючи, що типові процеси можна і варто автоматизувати, а моніторинг та керування процесами здійснюється в режимі реального часу і з урахуванням мінливих зовнішніх умов, людині вже не потрібно самостійно моніторити, обробляти інформацію та керувати процесами, за них все це зробить машина. Це стосується і процесів обліку. При автоматизації розподілених і віддалених об'єктів, а також об'єктів, де потрібен постійний спеціалізований контроль, а присутність людини з тих чи інших причин неможлива або економічно недоцільна, виникає необхідність централізованого і віддаленого диспетчерського контролю та управління [2].

Централізований оперативний контроль за режимами роботи процесів – це основне завдання системи диспетчеризації. Як приклад, розглянуто систему дистанційного контролю та управління індивідуальним тепловим пунктом.

Система повинна забезпечувати:

- централізований збір та обробка даних;
- відображення інформації про поточний стан об'єкта;
- отримання аварійних сповіщень в режимі реального часу;
- віддалене керування параметрами системи;
- порівняння споживання теплоносія за певний період;
- отримання діагностичної інформації;
- архівування отриманих даних;
- ведення журналів подій, аварій і попереджень;
- оптимізація документообігу та системи звітності;
- контроль працездатності каналів зв'язку;
- визначення політики прав доступу;
- ведення журналу дій диспетчера;
- генерування звітів про стан технологічних об'єктів;

Node-RED у цій системі виконує основну роль. Він слугує з'єднувальною ланкою між периферійними пристроями та хмарним сховищем (рис 1.).

Запрограмовані скрипти в Node-RED періодично опитують контролер. Той, у свою чергу, надає показники лічильників та датчиків (витрату, тиск, температуру тощо). Ці дані скрипти в Node-RED будуть зберігати у відповідній колекції бази даних. Так як не у кожного контролеру є свій архів, то його можна реалізувати за допомогою бази даних, сортуючи дані за часом. Далі, за допомогою запитів з веб-сторінки, можна отримати необхідні дані. Візуалізацію на клієнтській стороні можна реалізувати за допомогою

графіків з вибіркою необхідних параметрів. Також не складно здійснити запис цих даних у таблицю Excel чи, більш узагальнено, в файл формату CSV. Це дає можливість аналітику легше оперувати отриманими даними.

Система дозволяє диспетчеру встановити нижній і верхній рівень нормальної роботи будь-якого з вимірювальних параметрів тепlopункту і сигналізує при виході параметра за межі норми світловим індикатором аварії. Ці значення записуються у відповідні поля бази даних. Node-red, у свою чергу, бере ці значення, зв'язується с ПЛК та по протоколу Modbus, подає ці уставки на вхід контролера.

Отримувати Excel файли та налаштовувати систему можна не тільки з сайту, а й з телеграм-боту, що іноді буває набагато зручніше.

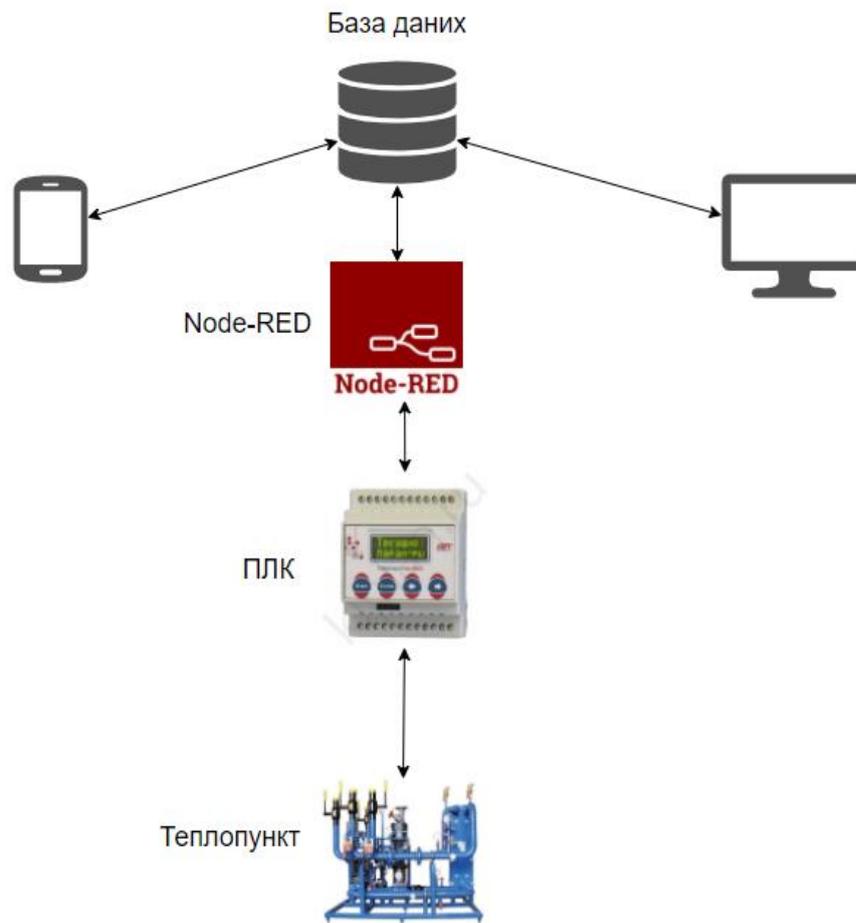


Рисунок 1 - Архітектура системи диспетчеризації

Ще однією особливістю цієї системи є багатокористувальницький режим з різними рівнями доступу. Завдяки захисту контролю доступу можна дізнатися, хто зайшов у систему, коли це сталося, хто змінював параметри системи.

У системі реалізовано журнал аварійних подій, що містить найменування параметру, який вийшов за норму та час події.

Перелік посилань:

1. Системы мониторинга и видеоконтроль удаленных объектов. URL: <http://www.micon.com.ua/content/view/115/99/>
2. Диспетчеризация узлов учета. URL: <https://www.toblik.com.ua/dispettcherizaciya-uzlov-ucheta>

ОПТИМАЛЬНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТИСКУ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ

Сучасна насосна станція - це група насосів і їх система управління, яка працює за певним алгоритмом в автоматичному режимі і володіє повним набором електричних і технологічних захистів. Насосна станція виконує важливі функції, які в цілому забезпечують роботу всієї системи. Наприклад, живильні насоси забезпечують безперервну подачу води на котел і проблеми, що пов'язані з їх роботою можуть призвести до різних аварійних ситуацій. Часто можуть виникати ситуації, коли використання одного насоса на максимальній потужності недостатньо для необхідної ефективності системи. Для цього застосовують декілька насосів, які вмикаються одночасно і підтримують необхідний режим роботи. Кількість насосів в реальних системах варіюється від двох до семи і визначається оптимумом між зоною ККД, діапазоном витрат перекачуючих рідин, витрат на систему управління, необхідної надійності і резервуванням. Саме тому використовується почергове включення насосів для підвищення ефективності системи, рівномірного зносу обладнання та економії енергії.

Насосну станцію можна представити у вигляді двох труб: на вхідній трубі маємо тиск P_1 , на вихідній потрібно забезпечити тиск P_2 . Чим більше P_2 , або чим менший P_1 , тим більшою повинна бути потужність насоса. Перетворювач частоти (ПЧ) в системі управління насосними установками дозволяє не тільки ефективно заощаджувати споживану електроенергію, а й вирішувати безліч технологічних задач. Також дане управління дозволяє досягати заданої величини тиску, шляхом почергового введення в роботу двигунів та збільшення/зменшення частоти обертання двигунів. Крім того, виникає необхідність почергової роботи насосів, з метою рівномірного зносу обладнання. При необхідності періодичне чергування двигунів для рівномірного зносу насосного обладнання реалізується шляхом завдання часу роботи кожного насоса і тимчасових затримок на включення наступних насосів. При цьому можливо застосовувати перетворювачі частоти для кожного насоса окремо або один з насосів підключається до перетворювача частоти на певний час, який можна задати в налаштуваннях перетворювача, потім він відключається і через час затримки включається наступний насос. Аналогічний алгоритм застосовується для всіх насосів в системі [1].

Розглянемо приклад системи, в якій є три насоси. Для регулювання тиску використовується ПД-регулятор, який впливає на зміну частоти обертання насосів [2]. Як правило для управління досить одного або двох насосів. Третій насос є запасним. Для насосів встановлюються пріоритети, в залежності від яких алгоритм обирає який насос необхідно увімкнути першим, який другим і т.д. Пріоритети можуть змінюватися в процесі експлуатації обслуговуючим персоналом або автоматично, в залежності від часу напрацювання кожного з насосів, з метою вирівнювання цього часу та збільшення довговічності роботи системи. На рис. 1 зображена типова схема насосної станції з необхідними датчиками та виконавчими механізмами.

Алгоритм роботи насосної станції є досить складним з постійною перевіркою стану обладнання і активацією технологічних захистів за необхідності. При запуску насоса спочатку перевіряється чи генерує насос потік за допомогою реле протоку. Якщо витрата нижче мінімального значення, реле протоку не дає сигнал підтвердження роботи насоса, що свідчить про те, що можливо закритий клапан подачі води через відповідний насос, забруднений фільтр або насос несправний.

Коли система працює з одним насосом і частота його обертання сягає максимального встановленого значення, наприклад 40 Гц, то є доцільним запуснути наступний насос відповідно за списком пріоритетів. Ця доцільність обумовлена меншою

витратою електроенергії при роботі двох насосів на меншій потужності, ніж одного насоса на потужності близькій до максимальної. Другий насос запускається з його початковою частотою і далі поступово його частота збільшується доки не досягне значення частоти першого насоса. Перший насос продовжує роботу з ПІД-регулятором тиску, і регулятор автоматично змінює частоту обертання. Як правило це призводить до зменшення частоти першого насоса через підтримку другого насоса. Як тільки другий насос досягає такої ж частоти як і перший, то керування двома насосами відбувається з однаковою частотою за допомогою ПІД-регулятора. Такий алгоритм забезпечує плавний запуск другого насоса і плавне підтримання тиску у системі.

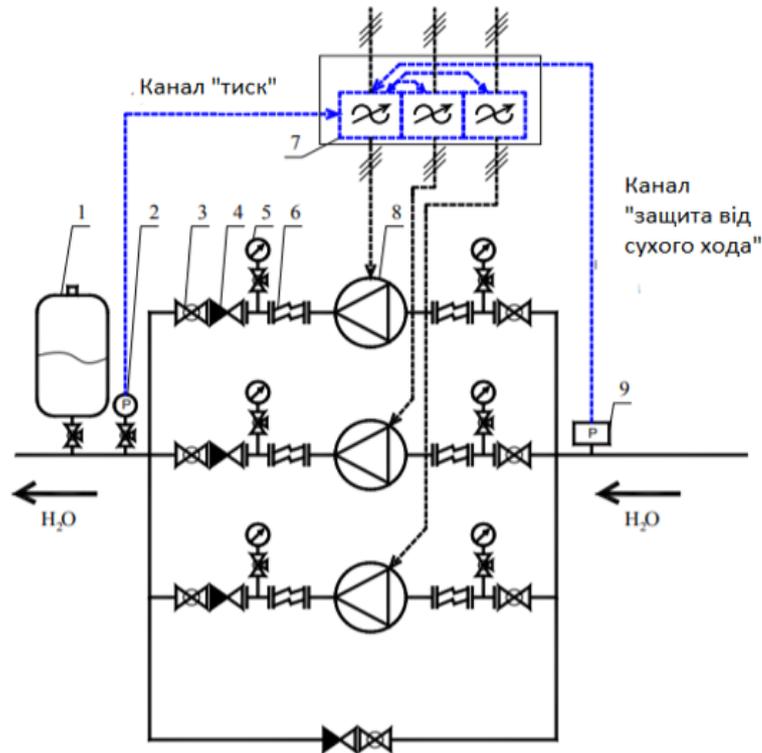


Рисунок 1 - функціональна схема насосної станції системи водопостачання

Аналогічно алгоритму збільшення кількості насосів, за необхідності зупиняється другий насос, якщо частота обертання насосів нижче мінімального граничного значення. Для цього для насоса з меншою пріоритетністю спочатку плавно зменшується частота до встановленої мінімальної частоти, а для насоса з більшою пріоритетністю частота обертання регулюється за допомогою ПІД-регулятора. Як тільки менш пріоритетний насос досягне мінімальної частоти, то він зупиняється і система продовжує працювати з одним насосом.

У разі виникнення аварійних ситуацій з одним із насосів відразу ж запускається насос з меншим пріоритетом, який в даний момент не працює. При цьому йому встановлюється частота обертання така ж сама, як була у несправного насоса до поломки. Перевагою використання перетворювачів частоти для насосної станції та саме такого описаного алгоритму є те, що досягається економія енергії та подовження строку експлуатації обладнання, а також плавна зміна навантаження у всьому діапазоні необхідної потужності.

Перелік посилань:

1. «Анализ систем управления насосных станций» [Електронний ресурс]: Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/53065952.pdf>
2. «Каскадное управление насосами» [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://chistotnik.ru/chastotno-kaskadnoe-upravlenie-elektodvigatelyami-na-nasosnykh-stanciyaх.html>

Студент 4 курсу, гр. ТА-71 Поліщук В.О.
Доц., к.т.н. Батюк С.Г.

МОБІЛЬНИЙ ПОЛІГОН ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ АТК НА ПЛАТФОРМІ ПЛК MODICON

Актуальність і ефективність імітаційного моделювання АТК з використанням програмної моделі ТОУ і програмно-технічних засобів контролерної та супервізорної автоматизації підтверджена експериментально і ця технологія рекомендована для використання в промисловості і в навчальному процесі [1].

Мобільний полігон на платформі ПЛК MoDiCon від компанії Schneider Electric повинен реалізувати наступні функції:

1. імітаційне моделювання АТК каскадного басейну.
2. імітаційне моделювання АТК системи вентиляції і кондиціонування (ВК) будівлі.

Полігон імітаційного моделювання АТК каскадного басейну і АТК системи ВК будівлі входить до складу лабораторії імітаційного моделювання АТК і призначений для використання в лабораторних роботах з дисциплін з автоматизації і супервізорного програмування.

Мобільний полігон імітаційного моделювання АТК каскадного басейну і АТК системи ВК будівлі на платформі ПЛК MoDiCon реалізований як програмно-технічний комплекс, до складу якого входять:

1. програмно-технічний симулятор АТК каскадного басейну і АТК системи ВК будівлі на платформі ПЛК MoDiCon;
2. цифровий двійник АТК каскадного басейну і АТК системи ВК будівлі на платформі ПК з програмним забезпеченням і проектами SimuLink, CoDeSys, WebStudio.

Система ВК будівлі – інженерна система життєзабезпечення будівлі. Призначенням системи є забезпечення комфортного мікроклімату в приміщенні за рахунок вентиляції і кондиціонування повітря. Регулюється температура і вологість повітря в приміщенні.

Каскадний басейн – сполучені між собою басейни – з позицій ТАУ є об'єктами без самовирівнювання, одноконтурне регулювання яких принципово не забезпечує сталість замкненої САР. Каскадне регулювання рівня води в каскадному басейні вирішує цю задачу і демонструє ефективність каскадної САР.

Мобільний полігон імітаційного моделювання на платформі ПЛК MoDiCon від компанії Schneider Electric реалізує наступну програмно-технічну функціональність:

1. Типові електричні вхідні і вихідні підключення до хардПЛК MoDiCon;
2. Типові функції первинної обробки даних в хардПЛК MoDiCon (фільтрація; апроксимація; масштабування; порівняння; обмеження; гістерезис; алармування; аналітика; інтегрування; лічильник; таймер; генератор);
3. Програмний симулятор типової каскадної САР в хардПЛК MoDiCon. Універсальна модель об'єктів управління каскадного басейну і системи ВК в ПЛК – дві аперіодичні ланки 1-го порядку;

4. Цифровий двійник АТК каскадного басейну і АТК системи ВК в СКМ Matlab Simulink. Універсальна модель об'єктів управління каскадного басейну і системи ВК в СКМ – чотири аперіодичні ланки 1-го порядку. Одноконтурні і каскадні САР в СКМ;
5. Цифровий SIL-двійник АТК каскадного басейну і АТК системи ВК на платформі СКМ Matlab Simulink (модель ТОУ), софтПЛК CoDeSys (контролерна функціональність), HMI/SCADA-системи WebStudio (супервізорна функціональність). Обмін даними за протоколом OPC;
6. Цифровий НІЛ-двійник АТК каскадного басейну і АТК системи ВК на платформі СКМ Matlab Simulink (модель ТОУ), хардПЛК MoDiCon (контролерна функціональність), HMI/SCADA-системи WebStudio (супервізорна функціональність). Обмін даними за протоколом ModBus.

Додатково розроблена імітаційна модель одноконтурної САР з каскадним регулятором. Каскадний регулятор побудований за схемою каскадної АСР з використанням еталонної моделі ОУ в додатковому зворотному зв'язку за вимірним значенням управляючої дії.

Перелік посилань:

1. Рыбалев А.Н. «Имитационное моделирование АСУ ТП». – Благовещенск: Амурский гос.ун-т, – 2019. С. 9-10.

Студент 4 курсу, гр. ТО-71 Рудь О.О.
Ст. викл. Поліщук І.А.

РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ХОЛОДОНОСІЯ НА ВИХОДІ КАСКАДУ ГРАДИРЕНЬ

Для забезпечення необхідної температури холодоносія поряд з холодильними машинами застосовуються градирні, які за допомогою навколишнього середовища охолоджують його. Оскільки для обдуву теплообмінників градирень застосовуються потужні вентилятори, то поширеною є проблема економічної вигідності при їх роботі. Для економічної роботи градирень, потрібно забезпечити максимальну їх ефективність в сухому режимі, оскільки в вологому режимі градирні витрачають багато води, а також потребують використання спеціальних хімічних реагентів для підготовки цієї води. Також потрібно підтримувати температуру холодоносія максимально точно, наскільки це можливо. Це означає, якщо процес потребує температури носія в 30°C, то температуру холодоносія в градирні потрібно підтримувати на рівні 27-28°C. Це допоможе зекономити на вентиляційних потужностях і градирня зможе більше працювати в сухому режимі.

Зміна режимів роботи градирні з сухого на вологий суттєво впливає на процес регулювання. Як правило, перехід із сухого на вологий дає сильний удар теплової потужності. Тож потрібно повільно переходити з сухого режиму на вологий. Також при використанні каскаду градирень необхідно забезпечувати плавне регулювання при збільшенні або зменшенні кількості градирень, щоб уникнути стрибків температури. Крім того, за умови низьких температур зовнішнього середовища необхідно відводити тепло за допомогою природної конвекції, тобто вимикати вентилятори для зниження енерговитрат на їх роботу.

Для вирішення поставленої задачі застосовуються перетворювачі частоти, за допомогою яких можлива плавна зміна швидкості обертання вентиляторів обдуву градирень. На рис. 1. показано, які кроки виконуються при додаванні наступної градирні до контуру регулювання та переході із сухого режиму у вологий для трьох градирень [1].



Рисунок 1 - Додавання градирень до контуру та перехід із сухого режиму у вологий.

Цей графік є лише прикладом і насправді точка перемикавання буде різною залежно від теплового навантаження. Оскільки 3 градирні можуть мати різні режими роботи (у вологому та у сухому), температура на виході буде відрізнятися від градирні до градирні, але холодоносії буде змішуватися, і ми контролюємо температуру суміші холодоносіїв після усіх градирень.

Для роботи системи з використанням каскаду градирень як правило застосовуються алгоритми поступового додавання/віднімання наступної градирні(ступеню). В залежності від температури зовнішнього повітря прикладом застосування каскаду градирень можуть бути наступні режими:

- Сильний холод, -30°C : вентилятори зупинені, охолодження лише за рахунок циркуляції холодоносія через теплообмінники градирень.

- Дуже холодно, -20°C , працює один вентилятор однієї градирні. Холодоносій також проходить через інші градирні.

- Холодно, -10°C , одна градирня працює з частотою обертання вентилятора 20 Гц. В цьому режимі краще ввімкнути другу градирню і частота буде близько 10 Гц на кожній, що значно економічно вигідніше з точки зору споживання електроенергії вентиляторами.

- Помірний 10°C . Частота вентиляторів досягає своїх максимальних значень, і на значенні близько 50 Гц запускається одна градирня в вологому режимі. При цьому градирня, яка працює в вологому режимі буде виробляти набагато більше енергії.

- При більш високій температурі запускається друга градирня у вологий режим.

- При максимальній температурі запускається 3 градирні у вологому режимі.

Крім того, ефективність роботи системи складається не лише з оптимального керування ступенями, а й з вирівнювання напрацювання годин роботи вентиляторів градирень [2]. Для цього необхідно забезпечити ротацію та пріоритетність увімкнення/вимкнення вентиляторів градирень.

Запропонована система, що використовуються для систем холодопостачання з каскадом градирень, експериментально довела свою надійність та енергетичну ефективність, досягнувши економії енергії близько 35% на рік [3] в порівнянні з системами, в яких використовуються вентилятори зі сталою швидкістю.

Якщо ж порівнювати з системами які використовують режим роботи з двома швидкостями, то кількість зекономленої енергії коливається в діапазоні 20-23% в залежності від кількості градирень. Для затрат на воду економія складає близько 9% [4].

Отже, враховуючи всі вище наведені економічні показники, можна зробити висновок, що використання запропонованих алгоритмів керування каскадами градирень сприяє зменшенню затрат на ресурси, підвищує надійність та довговічність обладнання системи.

Перелік посилань:

1. Multiple Cooling Tower Control Strategies in IESVE [Електронний ресурс]: Режим доступу:<https://www.iesve.com/discoveries/article/8184/multiple-cooling-tower-control-strategies-in-iesve>
2. Practical Aspects Regarding Implementation of Variable Speed Drives in Cooling Tower Fans [Електронний ресурс]: Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/254582274_Practical_Aspects_Regarding_Implementation_of_Variable_Speed_Drives_in_Cooling_Tower_Fans
3. A temperature control system for water cooling towers based on variable speed drives [Електронний ресурс]: Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/262315527_A_temperature_control_system_for_water_cooling_towers_based_on_variable_speed_drives
4. Measurable energy savings of installing variable frequency drives for cooling towers' fans, compared to dual speed motors [Електронний ресурс]: Режим доступу: http://kchbi.chtf.stuba.sk/upload_new/file/Miro/Proc%20problemy%20odovzdane%20zadania/Mitterov%20C3%A1%20a%20T%20C3%B3thov%20C3%A1%205_Measurable%20energy%20savings%20of%20installing%20variable%20frequency%20drives%20for%20cooling%20towers.pdf

УДК 62-932.2

Студент 4 курсу, гр. ТО-71 Семацька А.А.
Ст. викл. Некрашевич О.В.

ВИКОРИСТАННЯ СУХОЇ ГРАДИРНІ В СИСТЕМАХ ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ

Холодопостачання – це забезпечення споживачів холодом штучного походження. Системи холодопостачання являють собою комплекси обладнання, призначеного для створення і підтримки певних температурних умов.

Зазвичай у дану систему входять наступні елементи [1]:

- Водоохолоджувальні машини (чилери);
- неавтономні кондиціонери і фанкойли;
- трубопроводи для передачі холодоносія в центральні кондиціонери;
- регулюючу та запірну арматуру;
- акумулюючі і розширювальні баки;
- циркуляційні насоси;
- проміжні теплообмінники.

Робота установки неможлива без холодоагенту. У його якості може виступати вода, фреон або аміак. Це залежить від типу установки. Для виробничих та технологічних потреб найчастіше використовують фреон. Вироблення охолодженої води здійснюється за допомогою чилерів або холодильних центрів.

Суша градирня являє собою обладнання, яке призначене для охолодження теплоносія за рахунок навколишнього середовища. Вона складається з трьох основних елементів – водоповітряного теплообмінника, вентилятора і корпусу, всередині якого встановлені теплообмінник і вентилятор. В теплообміннику відбувається охолодження теплоносія. Гарячий потік надходить на вхід сухої градирні і проходить по змійовику, який обдувається зовнішнім повітрям. Для поліпшення теплообміну передбачений вентилятор, який робить цей обдув примусовим і більш ефективним. Крім того, на змійовик насаджені ребра, через які відводиться частина тепла теплоносія. Охолоджений теплоносій виходить з сухої градирні і направляється до чилера або іншого обладнання.



Рисунок 1 - Зовнішній вигляд та принцип роботи сухої градирні [2]

Суші градирні застосовуються в двох основних схемах системи холодопостачання:

- в схемах з чилером з водяним охолодженням конденсатора;
- в системах холодопостачання, які працюють цілий рік.

Чилер з водяним охолодженням конденсатора представляє собою трьохконтурну систему і працює наступним чином: у внутрішньому контурі циркулює чиста вода, яка передає тепло від сухої градирні до випаровувача чилера. Далі йде фреоновий контур, який розміщений повністю всередині чилера. В ньому тепло від випаровувача передається

до конденсатора. Третій контур - контур відводу тепла від конденсатора в навколишнє середовище. У третьому контурі теплоносії нагрівається в конденсаторі і за рахунок зовнішнього повітряного охолоджується в сухій градирні.

На деяких об'єктах (центри обробки даних, кінотеатри, промислові споруди) вимагається охолодження не тільки в теплу, але і в холодну пору року. У той час як зимова зовнішня температура нижче за внутрішню, отже з'являється можливість охолодження повітря у приміщенні за рахунок холоду навколишнього повітря. Саме тут на допомогу приходять сухі градирні.

Система холодопостачання в зимовому режимі працює наступним чином: холодоносії циркулює безпосередньо між теплообмінником і сухою градирнею. Охолоджений за рахунок зовнішнього повітря холодоносії надходить до теплообмінника і охолоджує повітря в приміщенні. Холодоносії зазвичай використовується на основі гліколю, щоб уникнути замерзання води в трубах.

Переваги та недоліки сухих градирень.

До переваг відносять простоту конструкції, низьку вартість, простий і зрозумілий механізм роботи, невелику масу агрегатів і гнучкість при їх установці - вони можуть бути встановлені горизонтально або вертикально як на покрівлі будинку, так і на землі. При розміщенні на покрівлі з огляду на малу масу вони не вимагають складної розвантажувальної рампи, яка необхідна при установці чилерів. Сухі градирні застосовуються в закритих контурах, в яких циркулює один і той же заздалегідь підготовлений теплоносії. Цей фактор говорить про надійність систем з сухою градирнею - теплоносії не схильний до зовнішніх забруднень, практично не потрібно підживлення системи.

Недолік у сухих охолоджувачів, мабуть, один - вони не здатні охолодити теплоносії до температури, яка нижча за температуру навколишнього середовища. Більш того, різниця температур між охолодженим теплоносієм і зовнішнім повітрям зазвичай становить (4-10)° С, тобто реально температура теплоносія вища за температуру зовнішнього повітря.

У деяких межах з цим недоліком можна боротися, наприклад, встановивши розпилювачі води в зоні всмоктування сухої градирні. Зовнішнє повітря, випарувавши воду, охолоне на кілька градусів і дозволить знизити температуру теплоносія на виході. Такий прийом дозволить оптимізувати роботу системи холодопостачання в літню пору і підвищити її холодильний коефіцієнт на (10-15)%.

Перелік посилань:

1. Система холодопостачання [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://hstream.ru/info/dictionary/sistema-xolodosnabzheniya/> .

2. Сухие градирни [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://mir-klimata.info/drajkulery-suhie-gradirni-hto-eto-takoe-konstrukciya-sfera-primeneniya/>.

ПРЕДИКТИВНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ ПАРОВОГО КОТЛА

Індустріальний світ перетворюється на технологічний, орієнтований на дані. Однією з переваг цього є можливість використання широкомасштабного аналізу даних для прогнозування відмов обладнання, що дає змогу зменшити ресурси (і час), відведені на ремонт, одночасно зменшуючи кількість відмов. Оскільки компанії найбільш зацікавлені у зменшенні несправностей, існує гостра потреба у системах предиктивного обслуговування, які завчасно прогнозують проблеми з обладнанням. Особливо це стосується запобігання виходу з ладу компонентів, що впливають на якість виробництва та задоволення потреб клієнта (серед багатьох інших факторів) [1].

Парові котли є одними з основних елементів при генерації електричної енергії і з огляду на це, важливо знайти спосіб підвищити їх ефективність та надійність. Більше того, потрібно щоб ефективність не падала, а надійність роботи обладнання була беззаперечною. Таким чином, існує потреба у розробці методів, які дозволяють ідентифікувати можливі збої в роботі обладнання до їх виникнення.

Прогнозування збоїв у реальному часі (заздалегідь) потребує розробки обчислювальної інфраструктури, яка підтримує великий обсяг даних. Першим кроком до розробки є збір та аналіз реального набору даних, що містить операційні дані пристрою. Набір даних є складним, оскільки він має велику різноманітність буквено-цифрових змінних з різних пристроїв. Отже, основна частина роботи повинна стосуватися нормалізації даних та створення методів, які можуть бути реалізовані в даних багатовимірних часових рядів.

Ще одним важливим етапом є обробка даних. Існує два типових підходи до обробки даних, : пакетна обробка та обробка в режимі реального часу (або потоку). Перший тип, пакетна обробка, дотримується стратегії, коли дані аналізуються як один великий блок (або кілька блоків), створюючи необхідність інтегрувати всю інформацію у головний файл або сегменти, які можна обробити далі. Обробка в реальному часі, яку часто називають потоковою обробкою, вимагає постійної доступності обчислювальних та мережевих ресурсів. Це означає, що додатки для обробки в режимі реального часу стають дуже важкими в управлінні, якщо не використовується відповідна архітектура [2].

Традиційні технології вимагають, щоб компанії мали спеціальну систему на кожному агрегаті, що збільшує вартість кожного обладнання та вимагає, щоб кожна система була адаптована до певної прошивки. Отримані дані можна обробляти за допомогою централізованої системи, однак для цього потрібні величезні обчислювальні ресурси, оскільки вся інформація має оброблятися. Також основною складністю є те, що зі збільшенням обсягу даних стає важко обробити їх усі. Розширення кількості обладнання також є небажаним, оскільки це збільшує витрати для компаній.

Щоб мінімізувати вищевказані проблеми необхідно визначити вимоги, які повинні бути виконані для розробки автоматичної платформи, яка може обробляти дані цього типу: точна ідентифікація аномалій, точне прогнозування відмов, ефективна обробка даних, підтримка масштабованості [3].

Враховуючи вимоги, рішення має бути розподіленим, ефективним, масштабованим та стійким до несправностей, щоб забезпечити ефективну систему предиктивного обслуговування. На рисунку 1 представлена можлива архітектура.

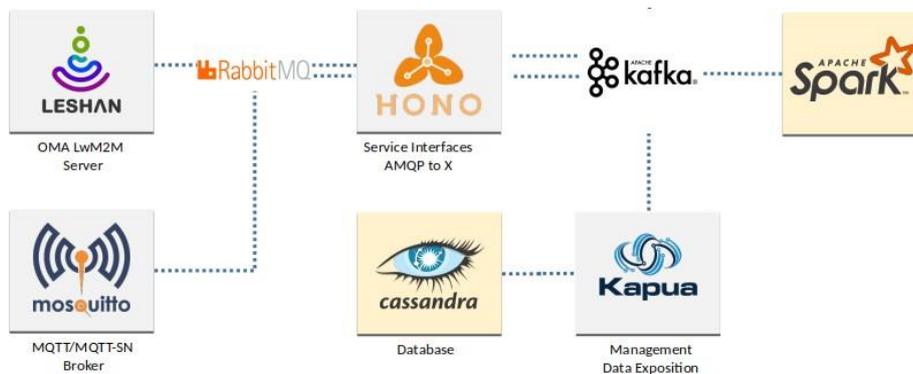


Рисунок 1 - Архітектура автоматизованої системи предиктивного прогнозування.

Дані датчиків з котлів отримуються за допомогою комбінації двох технологій, Leshan та MQTT. Eclipse Leshan - це протокол Java, що дозволяє здійснювати зв'язок між клієнтом та сервером у контексті IoT, а MQTT - це протокол M2M, який дозволяє з'єднати віддалені місця, де потрібен невеликий розмір коду.

Після отримання дані уніфікуються за допомогою RabbitMQ, посередника повідомлень з відкритим кодом. Після цього дані доставляються на решту платформи за допомогою Eclipse Hono, який забезпечує віддалені сервісні інтерфейси для підключення великої кількості пристроїв IoT і може взаємодіяти з серверною базою незалежно від протоколу зв'язку пристрою. Окрім швидкої обробки даних, дана архітектура повинна бути стійкою до несправностей. Окрім цих технологій, запропонований додаток вимагає централізованого сервісу для своєї організації та планування завдань. Для його реалізації використовується Apache Zookeeper, що дозволяє розподілену синхронізацію, визначаючи виконавця та його завдання.

Загалом, якщо підсумувати і зробити висновки, то деякі результати досліджень запропонованої архітектури були не досконалими, однак після аналізу було виявлено, що рішення дозволяє виявити більше 30% несправностей. Крім того, аналіз підтвердив, що обсяг енергії, витраченої на прилади, може бути зменшений за допомогою класифікації відмов та зменшення несправностей.

Запропоновану архітектуру можна вдосконалити, збалансувавши набір даних перед генерацією прогнозних моделей та відкоригувавши методи нормалізації даних. Також можна зробити онлайн-навчання, яке було здійснено для підтримання завжди оновлювальних прогнозних моделей, тобто моделей, адаптованих до фактичного робочого стану котлів. Підсумовуючи усе вищевказане можна зробити висновок, що застосування предиктивного обслуговування для обладнання парового котла є актуальною задачею, що відповідає вимогам часу.

Перелік посилань:

1. М. Паоланті, Л. Ромео, А. Фелікетті, А. Манчіні, Е. Фронтоні та Дж. Лончарський, "Підхід машинного навчання для інтелектуального технічного обслуговування в промисловості 4.0", у 2018 році 14-а Міжнародна конференція IEEE / ASME з мехатронних та вбудованих систем та додатків (MESA), липень 2018, с. 1–6.
2. В. Гурузамі, С. Каннан та К. Нандхіні, "Переваги та обмеження системи обробки великих даних у режимі реального часу", Міжнародний журнал комп'ютерних наук та техніки, вип. 5, № 12, с. 305–312, грудень 2017.
3. М. Антунес, Дж. П. Баррака, Д. Гомес, П. Олівейра та Р. Л. Агіар, "Розумна хмара речей: еволюціонує платформа IoT для провайдерів послуг зв'язку", Journal of Ambient Wireless Communications and Smart Environment (AMBIENTCOM), вип. 1, № 1, с. 1–24, 2016.

Студент 4 курсу, гр. ТО-71 Головатий М.С.
Доц., к.т.н. Батюк С.Г.

МОБІЛЬНИЙ ПОЛІГОН ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА ПЛАТФОРМІ ПЛК WAGO

Імітаційне моделювання АТК – сучасна технологія моделювання АТК з використанням програмної моделі ТОУ і програмно-технічних засобів контролерної і супервізорної автоматизації [1]. Використовується на стадіях техно-робочого проектування і тиражування промислових АСУТП.

Мобільний полігон на платформі ПЛК Wago від компанії Wago повинен реалізувати наступні функції:

1. імітаційного моделювання АТК трубопроводної систем;
2. імітаційного моделювання АТК системи централізованого опалення (ЦО) будівлі.

Розроблений полігон АТК трубопроводної системи і АТК системи ЦО будівлі буде використаний в лабораторних роботах з дисциплін з автоматизації і супервізорного програмування.

До складу мобільного полігону імітаційного моделювання на платформі ПЛК Wago входять:

1. програмно-технічний симулятор АТК трубопроводної системи і АТК системи ЦО будівлі на платформі ПЛК Wago;
2. цифровий двійник АТК трубопроводної системи і АТК системи ЦО будівлі на платформі ПК з програмним забезпеченням і проектами SimuLink, CoDeSys, WebStudio.

Трубопроводна система – частина теплоенергетичного агрегату. САР тиску в колекторі – важлива САР в складі АСУТП. Стабілізація тиску в колекторі ліквідує перехресні зв'язки за витратами в під'єднаних трубопроводах, що дозволяє реалізувати автономне функціонування відповідних САР.

Система ЦО будівлі – інженерна система життєзабезпечення будівлі, яка використовується в багатьох промислових і непромислових будівлях. Призначенням системи є постачання гарячої води для опалення. Регулюється температура прямої або зворотної води в системі.

Мобільний полігон імітаційного моделювання на платформі ПЛК Wago від компанії Wago реалізує наступну програмно-технічну функціональність:

1. Типові електричні входні і вихідні підключення до хардПЛК Wago шляхом взаємної комутації входних і вихідних сигналів ПЛК;
2. Типові функції первинної обробки даних в хардПЛК Wago (фільтрація; апроксимація; масштабування; порівняння; обмеження; гістерезис; алармування; аналітика; інтегрування; лічильник; таймер; генератор);
3. Програмний симулятор типової каскадної САР в хардПЛК Wago. Універсальна модель об'єктів управління трубопроводної системи і системи ЦО будівлі в ПЛК – дві аперіодичні ланки 1-го порядку;

4. Цифровий двійник АТК трубопроводної системи і системи ЦО будівлі в СКМ Matlab Simulink. Універсальна модель об'єктів управління трубопроводної системи і системи ЦО будівлі в СКМ – чотири аперіодичні ланки 1-го порядку;
5. Цифровий SIL-двійник АТК трубопроводної системи і АТК системи ЦО на платформі СКМ Matlab Simulink (модель ТОУ), софтПЛК CoDeSys (контролерна функціональність), HMI/SCADA-системи WebStudio (супервізорна функціональність). Обмін даними за протоколом OPC;
6. Цифровий НІЛ-двійник АТК трубопроводної системи і АТК системи ЦО будівлі на платформі СКМ Matlab Simulink (модель ТОУ), хардПЛК Wago (контролерна функціональність), HMI/SCADA-системи WebStudio (супервізорна функціональність). Обмін даними за протоколом ModBus;

Додатково розроблена імітаційна модель типової універсальної каскадної САР з універсальною каскадною АСР в ПЛК. Каскадна САР – універсальна і ефективна промислова САР. Каскадна АСР – контролерна реалізація АСР, яка може бути використана як для одноконтурного, так і для каскадного регулювання режимних параметрів.

Перелік посилань:

1. Рыбалев А.Н. «Имитационное моделирование АСУ ТП». – Благовещенск: Амурский гос.ун-т, – 2019. С. 9-10.

Студент 4 курсу гр. ТА-71, Христенко Денис
Доцент к.т.н. Бунь В.П.

ПРОБЛЕМАТИКА ТЕХНОЛОГІЙ СУШІННЯ ТА ПІДХІД ДО НИХ

Головною проблемою в промисловості є ефективне використання енергії та забезпечення відповідної якості готової продукції. Саме для цього сушильне обладнання повинно бути забезпечене контролюючими, реєструючими та регулюючими приладами й виконавчими елементами, які регулюють і підтримують вибраний режим сушіння. В свою чергу режими сушіння можуть змінюватися (плавно або дискретно). Тому впровадження автоматичних засобів у сушильне обладнання забезпечує високу продуктивність обладнання, високий рівень якості сушеної продукції, зменшення енергетичних і матеріальних витрат.

Таким чином, автоматизація сушарок повинна забезпечити вибраний режим сушіння й задовольняти вимоги таких правил експлуатації:

- Здійснювати попередній попереджувальний сигнал перед пуском обладнання, у якому є рухомі вузли;
- Пуск усіх електроприводів із відповідним контролем часу їх розгону до потрібної швидкості;
- Увімкнення продувки топки перед спрацюванням запального пристрою топки;
- Забезпечення строгої послідовності пуску вентиляторів;
- Подача палива до самого пальника в автоматичному режимі з можливістю контролювати саме полум'я;
- Пуск транспортерів та транспортних ліній;
- Забезпечення аварійної зупинки та блокування сушарки при неправильній роботі або при піковому навантаженні;
- Системи екологічного контролю;
- Система електро- та пожежної безпеки.

Перелічені правила не є кінцевими й можуть змінюватися згідно з вимогами до певного обладнання, електро- та пожежної безпеки, охорони праці, санітарними нормами та екологічними вимогами. В свою чергу процес сушіння характеризується якістю і кількістю сировини та готового продукту, температурою і відносною вологістю середовища, тривалістю перебування продукту в сушарці [1].

Практична реалізація автоматизації роботи сушарки на сьогодні значно спрощується завдяки комп'ютерному управлінню. Але для цього потрібно мати відповідне програмне забезпечення. Крім програмного забезпечення, повинні бути вихідні дані для виконання завдання комп'ютером. Такі дані отримують експериментальним шляхом, вивчаючи кінетику сушіння, кінетику температури сировини, розподіл температури за об'ємом сушарки, залежність тривалості сушіння від навантаження сировиною, залежність кінетики від виду вихідної сировини. Також можна використовувати відповідні математичні залежності, що викладені в довідниках, науковій літературі, підручниках.

Кожна операція має свій порядок дій, алгоритм, який підпорядковується загальному алгоритму, який в свою чергу представляє принцип управління режимом та роботою сушарки. Уявимо ситуацію, що температура в будь-якій зоні сушарки стала більшою за задану, то в такому випадку, відповідний сигнал повинен надійти на виконавчий елемент, електропривід заслінки або шибера, який в свою чергу відкриє доступ холодному повітрю. Коли температура стане дорівнювати заданій, той самий або інший виконавчий елемент повинен закрити пристрій. Окрім зазначених раніше

характеристик, система регулювання повинна бути нескладною, максимально надійною та легкою у використанні. Приклад системи контролю зображено на рис.1 [2].



Рисунок 1 - Блок-схема системи управління сушаркою

На даний момент існує досить велика кількість різноманітних методів штучної дегідратації продуктів, сипучих матеріалів та відповідних до них конструкцій сушильного обладнання. При створенні останніх необхідно притримуватись зазначених раніше вимог.

Як висновок, перш за все, конструкція обладнання повинна забезпечити рівномірне нагрівання та сушку продукту при надійному контролі його температур та вологості. Окрім того, як факт, сучасне сушильне обладнання має бути універсальним у можливостях сушки різноманітних матеріалів та продуктів.

Перелік посилань:

1. Автоматизация сушки [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://studopedia.su/10_119857_avtomatizatsiya-sushki.html
2. Енергоефективні технології та техніка сушіння харчової сировини. Навчальний посібник М. І. Погожих, В. О. Потапов, А. О. Пак, М. В. Жеребкін, с. 79;

Студент 4 курсу, гр. ТА-71 Шиндиліюк М.В.
Доц., к.т.н. Степанець О.В.

РОЛЬ ДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ ОБ'ЄКТА В ЦИФРОВОМУ ДВІЙНИКУ

На сьогоднішній день велика кількість підприємств знаходиться в перехідному етапі розвитку, а саме в четвертій промисловій революції. З впровадженням нових технологій виробництво та підприємство стає більш прибутковим та сучасним. В зв'язку з цим з'явилися декілька перспективних технологій, які наразі набувають популярності. А саме симулятори та цифрові двійники.

Проілюструємо це на прикладі парового котла. Модель котла буде із достатньою точністю відтворювати динаміку роботи об'єкта. Завдяки цьому ми зможемо тестувати різні алгоритми керування, навчати персонал та молодих спеціалістів в реальних умовах без доступу до реального об'єкта. Завдяки таким моделям студенти зможуть набагато краще розібратися в перехідних процесах кожного контуру регулювання. В паровому котлі кожен вихідний параметр залежить від сукупності вхідних. Саме це краще дозволить розібратися в механіці створення моделі.

Використаємо лінійну динамічну модель енергетичної котельної установки [1]. В околицях номінального режиму роботи котла лінійна динамічна модель котла досить добре апроксимує перехідні процеси, що відбуваються в реальній системі. Матричну передавальну функцію між вектором входів u моделі котла і її виходами y_0 позначимо через $G(s)$, тобто $y_0(s) = G(s)u(s)$. Координатами вхідного вектора u є відхилення від номінального режиму: витрати живильної води (кг/с) - координата u_1 ; витрати палива (кг/с) - координата u_2 , витрати пароохолоджувача, що впорскується (кг/с) - координата u_3 . Координатами вектора вихідних змінних y_0 є відхилення від номінального режиму - рівня води в барабані котла (м) - y_{01} , тиску перегрітої пари (МПа) - y_{02} і температури перегрітої пари - y_{03} (°C).

Передавальна функція $G(s)$ має вигляд:

$$G(s) = \begin{bmatrix} G_{11}(s) & G_{12}(s) & G_{13}(s) \\ G_{21}(s) & G_{22}(s) & G_{23}(s) \\ G_{31}(s) & G_{32}(s) & G_{33}(s) \end{bmatrix}$$

Лінеаризація проводилася при наступних значення вхідних і вихідних змінних:

$$u_0 = \begin{bmatrix} u_{10} \\ u_{20} \\ u_{30} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 40.68 \\ 2.102 \\ 0 \end{bmatrix}, y_0 = \begin{bmatrix} y_{010} \\ y_{020} \\ y_{030} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 6.45 \\ 466.7 \end{bmatrix}$$

Блок схема моделі (рис. 1) дозволяє наочно відобразити зв'язки між входами та виходами. Моделі, яка представлена на рис. 1, відповідає в просторі станів система лінійних диференціальних рівнянь виду [1].

$$\begin{aligned} \dot{x}_g &= A_g x_g + B_g u \\ y_0 &= C_g x_g + D_g u \end{aligned} \quad (1)$$

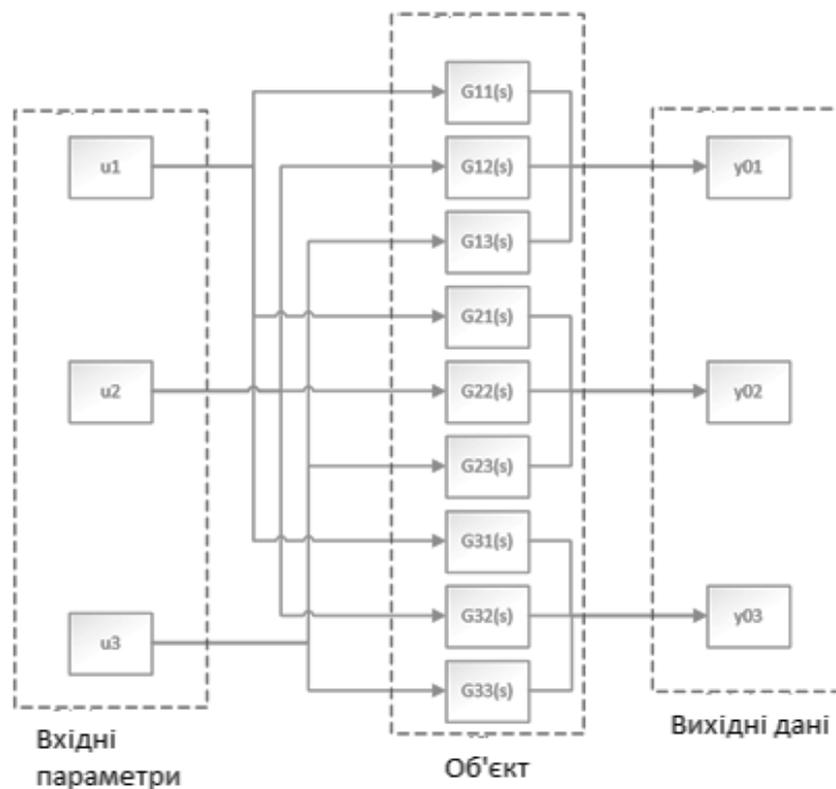


Рисунок 1 - Модель об'єкта управління

За рахунок надбудов та модифікацій можна отримати модель конкретної установки. Та коли буде розроблена модель об'єкту можна легко інтегрувати її в цифрового двійника. Цифровий двійник — цифрова копія фізичного об'єкта або процесу, що допомагає оптимізувати ефективність бізнесу. Концепція «цифрового двійника» є частиною четвертої промислової революції і покликана допомогти підприємствам швидше виявляти фізичні проблеми, точніше прогнозувати їх результати і проводити більш якісні продукти [2]. На двійник записується інформація з датчиків при номінальній роботі в різних режимах та безперервно порівнюється з показаннями датчиків в реальному часі. Якщо, наприклад, показник часу відкривання клапану виконавчим механізмом не сходиться з характеристиками, про це повідомляється оператору та проводиться обслуговування, доки він взагалі не вийшов з ладу.

Тобто мета полягає не в усуненні, а в запобіганню збоїв обладнання шляхом інтерактивної оцінки його технічного стану по сукупності даних, що надходять від датчиків і визначенню оптимальних термінів ремонту [3]. Цифровий двійник може слугувати інструментом для предиктивного обслуговування, що дозволить промодельовати різні варіанти повного і часткового виходу з ладу обладнання, роботу пристроїв з урахуванням їх режимів роботи, впливу на навколишнє середовище і різного ступеню зносу.

Перелік посилань:

1. Курдюков А. П. , Тимин В. Н. Синтез робастного H_{∞} -регулятора для управління энергетической котельной установкой. Москва: 2009. 194 с.
2. Industry 4.0 and the digital twin technology. Deloitte Insights URL: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/industry-4-0/digital-twin-technology-smart-factory.html> (дата звернення: 15.03.2021).
3. Цифровой двойник URL: <https://www.cadfem-cis.ru/products/digital-twin/> (дата звернення: 15.03.2021)

Студент 4 курсу, гр. ТА-71мн Шишков Б.А.
Ст. викл. Грудзинський Ю.Є.

ВИКОРИСТАННЯ RASPBERRY PI У ЯКОСТІ РОЗУМНОГО ПЛК ДЛЯ АСК КАМЕРНОЇ СУШАРКИ НА ПРИКЛАДІ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ

В сучасних АСК до завдань автоматизації камерних сушарок входять забезпечення чіткої стабілізації заданих параметрів, попередження аварій, контроль та регулювання параметрів. На прикладі використання Raspberry Pi для вимірювання температури, я хочу показати де можна зекономити гроші, при цьому не втрачаючи в якості.

Для цього нам потрібні декілька речей, а саме:

- Raspberry Pi 3 Model B+ (ціна – 1440.00 ₴)
- microSD карта ємністю 32 ГБ (ціна – 200.00 ₴)
- DS18B20 датчі водонепроникні (для прикладу візьмемо 3 шт., кожна ціною – 40.00 ₴)
- Резистор 10 кОм (ціна – 0.40 ₴)
- Кабелі-перемички з роз'ємом Дюпон (ціна – 3.00 ₴)
- Припій (ціна ~ 2.50 ₴)
- Термоусадочна трубка (ціна ~ 0.50 ₴)

Якщо підсумувати, то загальні витрати будуть приблизно 1736 ₴. Що відносно класичних реалізацій з використанням ПЛК, доволі дешево.

DS18B20 - це 1-провідний цифровий датчик температури. Він забезпечує розрядність перетворення 9 чи 12 біт (що цілком достатньо для багатьох застосувань), вимірювання температури за Цельсієм в діапазоні від -55 °С до 125 °С та включає функцію сигналізації з програмованими користувачем верхньою і нижньою границями [1]. Точність вимірювання становить 0,5 °С. Датчик працює через 1-провідну шину і "прошито" унікальним 64-розрядним послідовним кодом, який ідентифікує кожен пристрій [2].

Датчики можуть поставлятися з декількома різними поєднаннями кольорів дроту. Вони будуть зазвичай мати чорний провід, який потрібно підключити до заземлення(1), червоний провід, до якого слід підключити джерело напруги(2) (зазвичай 3,3 В контакт 1 на RPi) та жовтий провід, по якому передаються дані про температуру (3). Підключення датчика до RPi показано на рис. 1 [3].

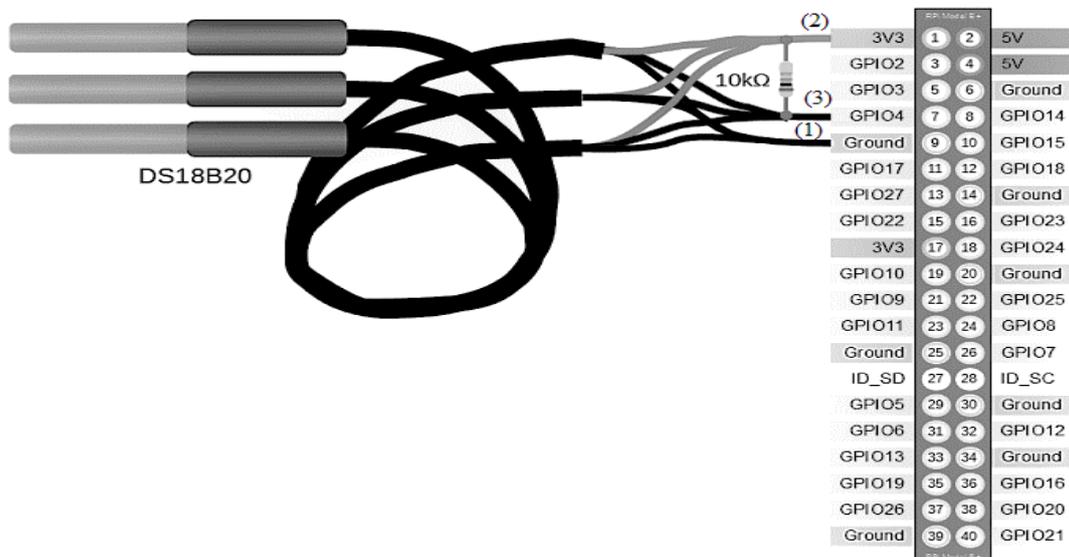


Рисунок 1 - Підключення датчика DS18B20 до Raspberry Pi з використанням роз'єма GPIO

Далі за допомогою команд в терміналі, потрібно конфігурувати приєднані датчики, для чого потрібно виконати всього 6 команд ОС (по дві на кожен датчик). Після цього ми відразу зможемо побачити конкретні значення температури, які надходять від датчиків.

Лістниг [4]:

```
sudo modprobe w1-gpio  
sudo modprobe w1-therm
```

Також, дуже важливу функцію яку ми можемо та мусимо реалізувати, це запис та зберігання температурних показань. Для запису даних ми можемо використати програму написану на мові Python, яка перевіряє всі датчики та записує температуру та ім'я датчика (або його ID) в нашу базу даних та автоматично додає час вимірювання кожного значення температури. Для забезпечення комфортного управління базою даних можемо використати СУБД MySQL.

Наша програма буде запускатися періодично, використовуючи команду cron Linux для виконання завдань вимірювання у певний час. Загалом алгоритм програми реалізується в межах 40 строк коду.

Для того щоб візуалізувати нашу таблицю з вимірами, потрібно лише зайти в інтерфейс користувача та вибрати відповідну базу даних, наприклад з назвою "Вимірювання" і далі в ній таблицю під назвою "Температура". І саме там ми зможемо побачити таблицю з температурними вимірюваннями з різних датчиків, їх ім'я (ID) та час виміру.

Для візуального відображення результатів наших вимірів у браузері комп'ютера оператора, можливо використати JavaScript, а саме бібліотеку d3.js. Що дозволить нам наочно побачити графік зміни температур з датчиків (рис. 2).

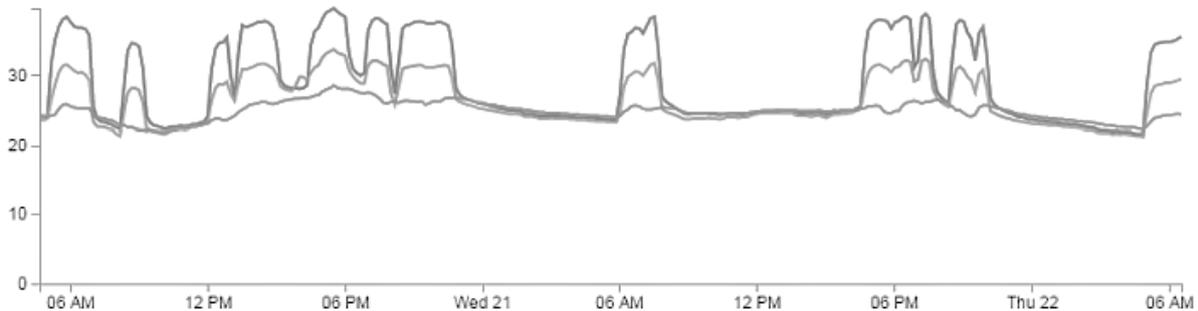


Рисунок 2 - Графічне відображення вимірів

Використання такого графічного зображення є зручним, в тому контексті що він "будується сам", без прямої участі нас – як користувача. Також, при збільшенні кількості датчиків, наприклад до 10, для запобігання "каші" на екрані, ми можемо приховати/показати потрібні нам окремі графіки.

Як один з великих плюсів такої АСК, слід сказати, що реалізувати таку систему моніторингу температури можна навіть людям, які не є фахівцями в галузі програмування.

Перелік посилань:

1. Maclean M. PiMetric. Monitoring using a Raspberry Pi; LeanPub, 2018. – p. 128
2. Igoe T., O'Sullivan D. Physical Computing. Sensing and Controlling the Physical World with Computers. – Boston; Thomson Course Technology PTR, 2004. – p. 495
3. Chin R. Arduino and Raspberry Pi Sensor Projects for the Evil Genius . - New York; McGraw-Hill Education, 2017. – p. 240
4. Иго Т. Arduino, датчики и сети для связи устройств. - 2-е изд. – СПб.; БХВ-Петербург, 2015. – 544 с.

ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ЕВОЛЮЦІЇ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ АВТОНОМНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Створення ефективних систем електрозабезпечення (СЕЗ) автономних об'єктів (АО) являє на сьогодні важливу науково-технічну проблему. Це обумовлено прогресом, що досягнутий у розробці АО щодо реалізації необхідних виробничих та інформаційних процесів. Потреба у таких вискоелективних СЕЗ існує, перш за все, у розробці та створенні автоматизованих АО: систем відтворення та підсилення інформації, телекерованих автономних аерокосмічних та глибоководних комплексів, робототехнічних комплексів, автоматизованих систем телекомунікацій, радіонавігації та гідроакустики. На сучасному рівні розвитку СЕЗ особливе значення надається не тільки завданням покращення їх масоенергетичних показників, але й забезпеченню заданих характеристик функціонування в умовах впливу координатно-параметричних збурень [1].

Повною мірою це стосується і перетворювальних систем (ПС), які поєднують функції формування високоякісної вихідної напруги та широкодіапазонного регулювання (стабілізації) її параметрів, що забезпечує високі енергетичні та динамічні показники.

В основі проектування багатьох систем керування перетворюючими комплексами лежить лінеаризована математична модель руху об'єкта керування (ОК) відносно заданої траєкторії. Це означає, що нелінійні характеристики даного об'єкта можливо лінеаризувати відносно деяких бажаних рухів і нестационарність об'єкта незначна та нею можливо знехтувати. Однак лінеаризація системи не завжди доступна, що ускладнює можливість виявити та використовувати ефективний засіб керування об'єктом – цілеспрямовану зміну параметрів об'єкта в процесі його роботи. Мова йде про поєднання керування об'єктом за допомогою градаційних регулюючих органів та активного впливу на параметри об'єкта з ціллю керування математичним оператором самого об'єкту як ланки системи керування. Таке поєднання обумовлює принцип координатно-параметричного керування.

Багато ОК описуються істотно нестационарними диференціальними рівняннями, та для таких об'єктів методи аналізу та синтезу стаціонарних систем непридатні. Проблема ще більш ускладнюється, коли закони зміни коефіцієнтів нестационарних систем в часі заздалегідь невідомі. Одним з методів рішення такої задачі є застосування адаптивного керування [1, 2].

Потребує розгляду і питання використання релейних складових в алгоритмах керування, що забезпечують працездатність системи при швидкій зміні збурень. Найбільш перспективним напрямком при вирішенні обговорюваної проблеми є пошук більш досконалих нелінійних і нестационарних алгоритмів керування адаптивними системами [2, 3].

При цьому адаптивні системи з релейними складовими алгоритмів керування мають властивість координатної інваріантності при будь-яких допустимих вхідних впливах і будь-яких швидкостях зміни параметричних збурень, обмежених діапазоном зміни.

Нестационарні системи у своїй більшості мають суттєві діапазони та швидкості зміни своїх динамічних характеристик.

Релейні складові алгоритмів управління адаптивних систем і алгоритми управління в системах зі змінною структурою за своєю організацією мають багато спільного.

Системи зі змінною структурою (СЗС) здатні вирішувати різні завдання управління, зокрема, і завдання управління нестационарними об'єктами. В теорії і на

практиці побудови СЗС великий розвиток знаходить ідея організації виродженого руху, тобто ковзний режим. Кілька структур регулятора системи переключаються з однієї на іншу таким чином, щоб отримати особливий рух, не притаманний системі ні при одній з наявних структур регулятора. Таким чином, якщо змусити систему рухатися в ковзному режимі, то її динамічні властивості не залежатимуть від змінних коефіцієнтів об'єкта, внаслідок чого система буде мати адаптивні властивості [1, 3]

Як правило, великі збурення режимів в ПС викликаються відключеннями (включеннями) навантажень. До ще більш різких змін роботи ПС призводять КЗ, які в залежності від виду можуть викликати критичні зміни переданої потужності, різкі скидання потужності, і як результат – можливість випадання генераторів із синхронізму. Усунути втрату динамічної стійкості ПС можливо тільки шляхом швидкого відключення аварійної ділянки, що і є причиною різкого скидання потужності. Екстремальним режимом ПС є також «лавини» частоти і напруги, що викликаються зниженням потужності, що генерується при зниженні частоти. Цих явищ можна уникнути, якщо використовувати нелінійне взаємозалежне управління частотою і потужністю генератора, що не завжди можна досягти лише при застосуванні традиційних пристроїв автоматичного регулювання. Зокрема, в цьому випадку можливе застосування синергетичної системи управління, яка формує в фазовому просторі об'єкта динамічно стійкі аттрактори, на яких забезпечується стабілізація частоти і потужності відповідно до потужності навантажень [4, 5].

Виникла необхідність створення механізмів управління, заснованих на способах формування і збудження внутрішніх сил взаємодії, які могли б породити в фазовому просторі системи стійкі дисипативні структури. Тому синергетику можна розглядати як суттєвий розвиток системно-кібернетичного підходу. Хоча між кібернетикою і синергетикою є важлива методологічна відмінність. Кібернетика більшою мірою спирається на формалізований абстрактно-математичний підхід, в той час як синергетика вивчає фізичні основи формування структур. Інакше кажучи, для кібернетики основним є поняття інформації та управління нею, для синергетики – це різні механізми, що приводять до самоорганізації і стійкості систем. На відміну від кібернетики, в синергетиці вивчаються істотно нелінійні процеси.

І кібернетика, і синергетика надають першочергового значення проблемам управління в різних системах, але при цьому переслідують різні цілі. *Кібернетика* займається розробкою алгоритмів і методів, що дозволяють управляти системою для того, щоб та функціонувала наперед заданим чином. Аж до останнього часу кібернетика приділяла основну увагу вивченню природно-енергетичної організації природних систем, не приділяючи належної уваги питанням управління з метою самозбереження системи в максимально можливій мірі. В *синергетиці* змінюють керуючі параметри більш чи менш непередбачуваним чином, вивчаючи самоорганізацію системи, тобто стану, в який вона переходить під впливом управління.

Перелік посилань:

1. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления / Перевод с англ. – М.: Лаборатория Базовых Знаний. – 2002.- 832 с.
2. Джури Э.И. Робастность дискретных систем // Автоматика и телемеханика. – 1990. -№5.-С.3-28
3. Менский Б.М. Принцип инвариантности в автоматическом регулировании и управлении.- М.: Машиностроение, 1972.- 248 с.
4. Владимиров Ю.С. Метафизика. (2-е издание). – М.: Изд-во БИНОМ (Лаборатория базовых знаний), - 2009.- 568 с.
5. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії / С.О. Кудря – Підручник. – Київ: Національний технічний університет «КПІ», 2012.- 495 с.

Студент 3 курсу, гр. ТО-81 Городній Ю.С.
Проф., д.т.н. Смирнов В.С.

ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗУ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ АВТОНОМНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ СИНЕРГЕТИЧНОГО ПІДХОДУ

Сучасні системи електропостачання (СЕП) є нелінійними та багатозв'язними системами, в яких протікають складні перехідні процеси та можливе виникнення критичних та хаотичних режимів.

Ефективне керування такими динамічними мікросистемами є складним і не завжди адекватним для існуючих методів автоматичного керування. Традиційні алгоритми керування СЕП показали свою ефективність та використовуються донині. Але їх використання у зв'язку з підвищеною вимогливістю до СЕП (стійкість, надійність, розширення функціональних можливостей) та логіка науково-технічного прогресу потребують пошуку нових шляхів удосконалення процесів керування локальними об'єктами та їх групами. Тому одним з можливих напрямків вирішення цієї проблеми є зниження рівня складності реалізації програмно-апаратного забезпечення за рахунок підвищення його «інтелектуальності» [1, 2]. Введення елементів інтелекту в САК дає змогу приймати керуючі рішення на основі закладених і накопичених формалізованих знань про доцільне функціонування системи за того чи іншого стану об'єктів керування (ОК). Одним з основних завдань у даному напрямку є побудова моделей динамічних систем як ОК.

До числа причин, через які побудова точних математичних моделей ОК являє собою задачу, котру важко розв'язати, також відносять:

- неможливість вимірювання з необхідною точністю реальних величин у змінних умовах технологічного середовища;
- неможливість повного та часткового опису багатьох фізичних об'єктів і ситуацій;
- неточність функціональних дій, у результаті яких система часто не досягає поставлених цілей;
- недостатня розмірність моделі, що не дає змоги відобразити усі значущі властивості об'єкта технологічного середовища;
- неможливість виразити усі технологічні показники різних виробничих ситуацій у вигляді кількісних відносин, що вимагає інтуїтивних оцінок.

Таким чином, необхідний облік:

- а) структурної складності СЕП, що виявляється в багатовимірності, багатозв'язності і параметричній невизначеності;
- б) багаторежимності функціонування, пов'язаній з великою зміною навантажень і істотною зміною конфігурації мережі після відключення частини аварійних ділянок;
- в) проявів в перехідних і особливо екстремальних режимах нелінійних властивостей об'єктів, що призводять до істотних похибок розрахунків і якісних результатів при спробі застосування методів лінеаризації подібних режимів.

Найбільш підходящим варіантом вирішення зазначених проблем, з урахуванням особливостей процесів в СЕП, є застосування принципів синергетики, яка ідентифікує процеси самоорганізації і колективної когерентної поведінки в нелінійних динамічних системах різної природи, а також принципи і методи синергетичної теорії управління, що базується на концепції спрямованої самоорганізації і динамічної декомпозиції багатовимірних систем [3].

Сенс і зміст синергетики в тому, що у відкритих системах, що обмінюються із зовнішнім середовищем енергією, речовиною, інформацією, виникають процеси стихійної

самоорганізації, тобто відбуваються процеси зародження з фізичного хаосу деяких стійких упорядкованих структур зі зміненими властивостями систем [2].

У синергетичному підході, на відміну від загальносистемного (кібернетичного), вивчаються і застосовуються конкретні принципи і механізми самоструктуризації природних і технічних систем. Інакше кажучи, синергетика концентрує свою увагу на кооперативних, когерентних і самоузгоджених процесах, що виникають в складних нелінійних системах. Синергетичний підхід прагне виявити макроскопічні властивості того чи іншого процесу. Зазначений підхід не виділяє поведінку окремо взятого апарату, об'єкта. Для нього найбільш важливим є кількість окремих компонентів, що входять в загальну систему. І тут кількість – це параметр порядку, який керує поведінкою кожного компонента системи. Все засноване на принципі «ієрархії підпорядкування». У цьому випадку будь-яка складна система може бути представлена в сукупності динамічних підсистем.

Для ефективного застосування ідей синергетики в управлінні (і в якійсь мірі контролю) потрібен новий, важливий етап в переході від непередбачуваної поведінки системи за алгоритмом дисипативної структури до направленої руху вздовж бажаних (поставлених) різноманітних аттракторів (точок динамічної стійкості), до яких починають підлаштовувати всі інші параметри динамічної системи. Це вже спосіб спрямованої самоорганізації складних динамічних систем. При цьому підході аттрактор визначає сутність процесу, що відбувається. І основне завдання системи регулювання – це зробити аттрактор збіжним в деякій безпечній області контрольованих параметрів системи [1, 2]. Аттрактор є єдиним рівноважним станом динамічної системи.

Одним з напрямків синергетики є системи штучного інтелекту (СШІ). Нейронні мережі, виділені СШІ в окремий напрям, набули широкого поширення завдяки здатності адаптуватися до різного роду ситуаційних задач контролю управління. Вони є основою нейромережових технологій. Нейромережові технології тісно переплітаються обчислювальними технологіями, які відносяться до галузі інформатики, що займається «м'якими» обчисленнями, тобто мають справу з даними, які характеризують неповнота і відсутність точності. Обчислювальні технології базуються на принципах нечіткої логіки, на деяких розділах теорії ймовірності та еволюційних і генетичних алгоритмах [4].

Еволюційні алгоритми – напрямок в СШІ (розділ еволюційного моделювання), яке використовує імітацію біологічної еволюції і моделює процеси відбору, мутації і відтворення корисних ознак системи методами машинних алгоритмів.

Таким чином, розробка та впровадження розглянутих напрямків синергетичних методів управління в СЕП дозволяє:

- 1) керувати динамічними процесами в СЕП більш оптимально, ніж традиційні автоматичні регулятори;
- 2) забезпечити адекватні процеси регулювання і управління при неповній інформації про вектори станів;
- 3) синтезувати нелінійні системи управління, інваріантні до аварійних і ненормальних режимів.

Перелік посилань:

1. Пригожин И., Стенгерс И., Порядок из хаоса : Пер. с англ – М.: Эдиториал УРСС, 2001.-312 с.
2. Хакен Г. Синергетика: Пер. с англ. – М.: Мир, 1980.– 404 с.
3. Интеллектуальные системы автоматического управления /Под ред. И.М. Маркова, В.М. Лохина. –М.: Физматлит.2001. – 576 с.
4. Кроновер Р. Фракталы из хаоса в динамических системах. Основы теории: Пер. С англ.- М.: Постмаркет, 2000. -352 с.

СТРУКТУРНО-АЛГОРИТМІЧНИЙ СИНТЕЗ ІНВАРІАНТНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Широке використання робототехнічних та ергатичних систем викликало проблему підвищення гнучкості і надійності (відмовостійкості та живучості) система автоматичного керування (САК) подібного роду комплексів. Аналіз результатів використання таких комплексів у системах з підвищеним ступенем відповідальності вказав на існування меж можливих рівнів досяжності даних показників при схмотехнічній реалізації, наприклад, підвищення функціональних можливостей САК за рахунок ускладнення апаратурної реалізації призводить до зниження відмовостійкості і живучості системи в цілому [1, 2].

Для ефективного керування, що забезпечує хоча б збереження асимптотичної (динамічної) стійкості системи, необхідно врахувати явище взаємозв'язності і нелінійності процесів, що виникають в об'єктах. Таким чином, параметри багатьох автоматичних регуляторів, розрахованих для конкретних режимів, не завжди забезпечують адекватне регулювання в критичних режимах, і можуть навіть суттєво погіршити статичні і динамічні властивості перетворювальних систем (ПС).

Практично будь-яка ПС характеризується наявністю ряду невизначеностей: неточним описом математичної моделі, не до кінця контрольованою зміною статичних і динамічних параметрів, впливом на систему зовнішніх обурень та ін. Наявність різного роду невизначеностей зумовило розвиток адаптивних систем управління. Незважаючи на це, прагнуть як і раніше використовувати лінійну апроксимацію (лінеаризацію) і методи, засновані на цьому підході: модальне керування, локально-оптимальне управління, метод швидкісного градієнта і ін. Параметрична невизначеність також вирішується застосуванням синергетичних алгоритмів управління енергооб'єктами [3,4].

Створення високоточних систем електроживлення (СЕЖ), що використовуються при побудові електромеханічних систем робототехнічних комплексів, автономних аерокосмічних об'єктів, систем автоматизованого електроприводу, на транспорті, інших автономних об'єктах (АО) наразі є важливою науково-технічною проблемою. Невідповідність, яка регулярно виявляється між характеристиками СЕЖ і безперервно зростаючими вимогами до них з боку АО, є постійним рушійним стимулом вдосконалення СЕЖ.

На сучасному етапі розвитку СЕЖ особливе значення надається підвищенню якості вихідної електроенергії, поліпшенню динамічних характеристик при досягненні багатофункціональності, інваріантності та робастності.

Основним завданням теорії інваріантності є пошук таких умов структурної побудови ПС, при виконанні яких рух однієї або кількох координат системи не залежить від одного або більшого числа вхідних впливів, що подаються на систему.

Крім того, неузгодженість між рухом основного контура і бажаним еталонним рухом необхідно мати інваріантною по відношенню до зовнішніх впливів. В ідеальному випадку ця неузгодженість має бути тотожно рівна нулю, незалежно від вхідних керуючих впливів, координатних та параметричних збурень.

Якщо з властивості координатної інваріантності структури системи по відношенню до впливу $V(t)$, як наслідок, випливає властивість параметричної інваріантності та, навпаки, з властивості параметричної інваріантності – координатна інваріантність, то така структура має властивість двократною інваріантності [1].

У цьому випадку структурна інваріантність має на увазі незалежність структурної організації від вигляду сформованих та контрольованих вхідних та вихідних сигналів (а

також їх параметрів), іншими словами можна говорити про інваріантність структурної організації по відношенню до формованих та контрольованих вхідних та вихідних напруг.

Завдання інваріантності у класі адаптивного координатно-параметричного керування сформулюємо таким чином: необхідно знайти умови, при яких структурна організація перетворювальної системи буде мати властивості двократної структурної інваріантності по відношенню до координатних та параметричних збурень.

Більш детальний розгляд структурної організації перетворювальної системи дає змогу сформулювати достатню умову структурної інваріантності. Наявність принаймні двох модулюючих функцій у рівнянні для узагальненої комутаційної функції обумовлює необхідність багаторазової модуляції вхідного впливу в силовому тракту ПС. Безпечність використання з цією метою принципів ІКМ та дельта-модуляції (ДМ) впливає з можливості організації високоефективних алгоритмів керування ПС. При цьому квантування сформованих сигналів за рівнем та часом з високим ступенем дискретизації обумовлює доцільність високочастотного перетворення електроенергії у силовому тракту. Звідси випливає висновок про оптимальну структурну організацію СТ ПС відповідно до принципу «модуляція-демодуляція». Отже, умовою фізичної реалізованості структурно-інваріантної ПС є сепаратна організація силового тракту ПС відповідно до алгоритму «модулятор-демодулятор».

Реалізація цього положення у сукупності з відомими традиційними принципами інваріантності дає можливість говорити про клас структурно-інваріантних ПС. Структурна інваріантність дає змогу надати ПС властивість багатоопераційності, тобто можливості формування будь-якого заданого вихідного сигналу при довільній формі вхідної напруги. Відсутність фільтруючих ланок у структурі ПС дає змогу знизити порядок системи диференціальних рівнянь, що описують математичну модель перетворювального тракту. Це дає змогу усунути протиріччя між умовами інваріантності та стійкості, тобто надати системі властивості робастності при забезпеченні необхідної точності. При використанні терміну робастність, як правило, розуміють робастність за стійкістю [4].

Таким чином, будемо називати структуру перетворювальної системи, яка розглядається, такою, що має властивість структурної дворазової інваріантності, якщо в неї включено пристрій, наприклад, адаптації, що переналагоджує параметри системи або навіть її структуру для підтримання відповідних умов двократної інваріантності. Звідси можна зробити таке твердження: при дотриманні умов стійкості та двократної і структурної інваріантності перетворювальна система є адаптивною структурно-інваріантною за координатою ε по відношенню до вхідних координат та параметричних впливів.

Вирішення проблеми структурної інваріантності перетворювальних систем разом з можливістю суміщення функцій формування, регулювання вихідного сигналу, компенсації координатних та параметричних впливів у єдиному функціональному вузлі дає змогу зробити висновок про можливість реалізації ідеї Б.Н. Петрова про симетрування нелінійних каналів передачі загального збурення на програмному рівні [4].

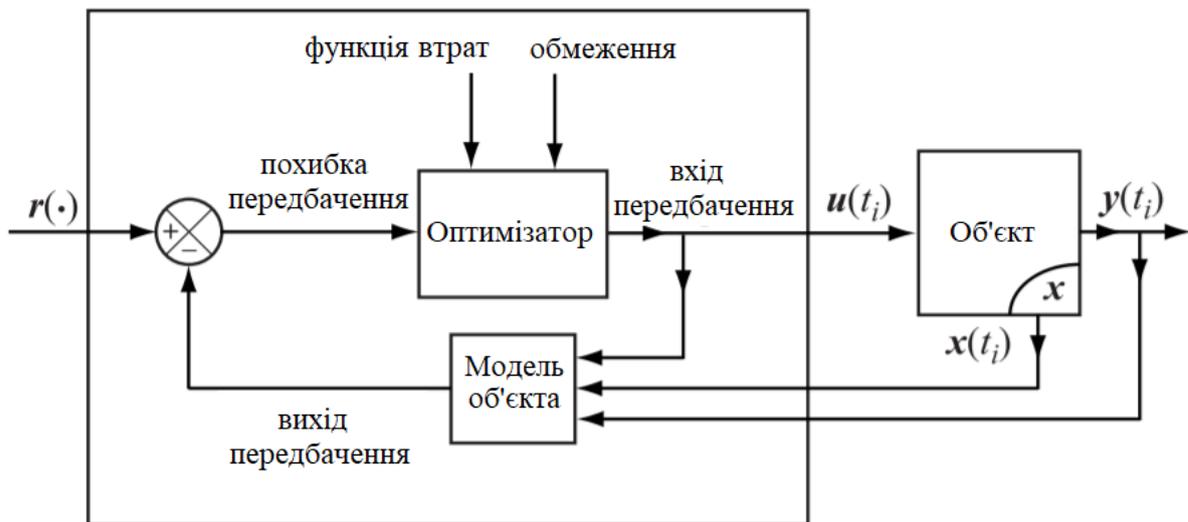
Перелік посилань:

1. Алиев Р.А. Принцип инвариантности и его применение для проектирования промышленных систем управления. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 128 с.
2. Нейман Дж. Теория самовоспроизводящихся автоматов. – М.: Наука, 1971. – 276 с.
3. Табор М. Хаос и интегрируемость в современной динамике. : Пер. с англ. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 320 с.
4. Петров Б.Н., Рутковский В.Ю., Земляков С.Д. Адаптивное координатно-параметрическое управление нестационарными объектами. – М.: Наука. – 1980. – 244 с.

СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ З ПРОГНОЗУЮЧИМИ МОДЕЛЯМИ

Модельний прогнозуючий контроль (МРС - англ. «Model Predictive Control») - це форма схеми управління, в якій поточна керуюча дія отримується шляхом вирішення в кожен момент часу задачі оптимального управління системи з відкритим контуром, з обмеженим горизонтом, використовуючи поточний стан об'єкту як вихідний стан. Тоді оптимізація дає найкращу послідовність управління, і перший елемент у цій послідовності застосовується в системі керування. Цей елемент управління діє, поки нові дані не стануть доступними. Тоді процедуру повторюють, використовуючи нові виміряні значення зі зміщеним горизонтом прогнозування. Це основна відмінність від звичайного керування, яке використовує заздалегідь розрахований закон управління. Тобто, МРС використовує моделі для прогнозування майбутньої поведінки змінних, що керуються. На основі прогнозу контролер розраховує керуючий вплив, вирішуючи завдання оптимізації в реальному часі, мінімізуючи помилку між передбаченим і фактичним значенням за горизонтом управління, тобто реалізується перша керуюча дія. В основі роботи контролерів МРС лежать динамічні моделі процесу, найчастіше лінійні емпіричні моделі, отримані шляхом ідентифікації. У порівнянні з класичними методами управління, МРС пропонує кілька переваг, таких як гарантоване врахування жорстких обмежень і можливість безпосередньо відслідковувати технічні характеристики [1].

Керування з прогнозуючими моделями загалом має таку структурну схему:



Контролер з прогнозуючою моделлю

Рисунок 1 - Структурна схема МРС

Для заданого постійного горизонту передбачення T і проміжку часу δ , у кожен момент часу $t_i = i\delta$, $i \in \mathbb{N}_0$:

1. виміряти стан $x(t_i)$,
2. обчислити оптимальний обмежений горизонт розімкненої системи в інтервалі $[t_i, t_i + T]$,
3. застосувати оптимальне значення на вході розімкненої системи, поки не буде доступне значення у наступний момент часу $t_{i+1} = t_i + \delta$.

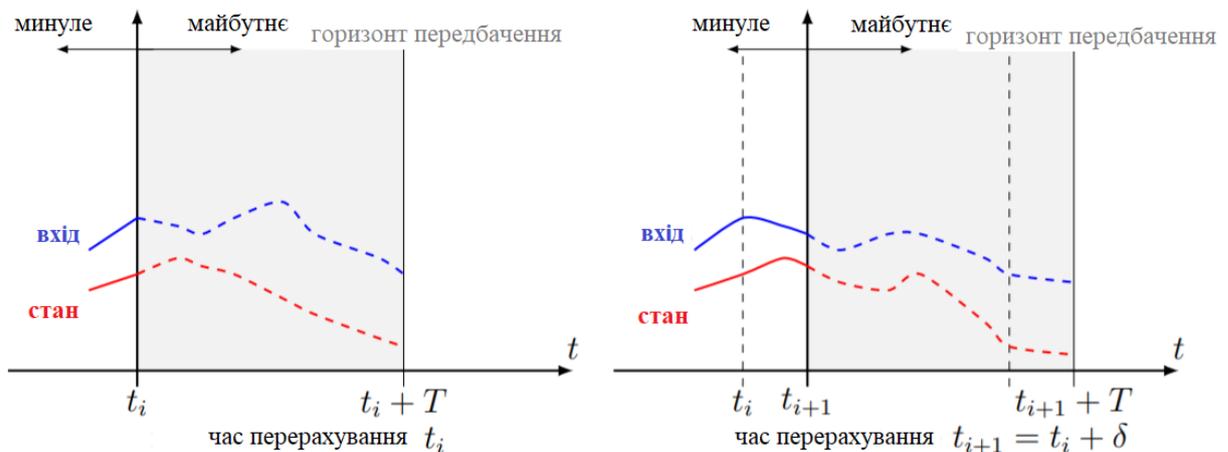


Рисунок 2 - Послідовність роботи MPC

Система, що підлягає контролю, описується або апроксимується моделлю дискретного часу

$$\begin{aligned} x(k+1) &= f(x(k), u(k)), \\ y(k) &= h(x(k)), \end{aligned} \quad (1)$$

де $f(x(k), u(k))$ неявно визначається початковим диференціальним рівнянням, яке має точку рівноваги у початку координат (тобто $f(0,0) = 0$). Послідовності управління та стану повинні задовольняти умову: $u(k) \in \mathbb{U}, x(k) \in \mathbb{X}$ [2].

Якщо лінійне управління з прогнозуючими моделями було популярним у 70-ті роки минулого століття, то у 90-ті роки увагу теоретиків, а також практиків предиктивного контролю, починає привертати область нелінійного модельного прогнозного контролю (NMPC – з англ. «Nonlinear Model Predictive Control»).

Практичний інтерес до NMPC обумовлений також тим, що більшість систем, як правило, за своєю суттю є нелінійними. Додатково до функціонування сучасних систем висуваються все нові та нові умови та обмеження, наприклад, з боку екологічності та безпеки виробництва. Для таких випадків використання лінійних моделей недостатньо для опису динаміки процесів і доводиться використовувати нелінійні моделі. Це мотивує використання нелінійної моделі прогнозного контролю [3].

Отже, MPC не є новим методом управління. Він, по суті, вирішує стандартні задачі оптимального керування, враховуючи жорсткі обмеження елементів управління та стану. Також важливою перевагою MPC є його здатність вирішувати задачу управління, коли обчислення закону керування в даний момент часу є складним або неможливим.

Широкому застосуванню розглянутого методу також буде сприяти розвиток технологій квантових обчислень та штучного інтелекту, що дозволить більш повно аналізувати всі етапи виробничих процесів, автоматично генерувати нові задачі та шукати способи їх вирішення.

Перелік посилань:

1. Li Dai, Yuanqing Xia, Mengyun Fu and Magdi S. Mahmoud. Discrete-Time Model Predictive Control. Submitted: March 7th 2012. Reviewed: June 28th 2012. Published: December 5th 2012. DOI: 10.5772/51122.
2. Marcus Reble, Dr.-Ing. Frank Allgöwer, Riccardo Scattolini, Dr. Lars Grüne. Model Predictive Control for Nonlinear Continuous-Time Systems with and without Time-Delays. University Stuttgart, 2013. С. 5-6.
3. S.H. Žak. An Introduction to Model-based Predictive Control (MPC). 2017. С. 2-3.

Студент 3 курсу, гр. ТО-81 Кучинська К.А.
Асист. Грудзинський Д.Ю.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ КОМУНАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Останнім часом все частіше постає питання про застарілість та малоефективність центрального тепlopостачання. На підприємствах комунальної теплоенергетики налічується понад 29 тис. котелень, технічний стан яких є критичним. Більш як 23 відсотки котлів експлуатується понад 30 років, значна кількість котлів малоефективна – коефіцієнт корисної дії становить 65-75 відсотків. Усе це спричинює неефективність витрати енергоресурсів, зниження якості надання послуг споживачу, що тягне за собою значне збільшення відмов будинків, районів та навіть цілих міст від централізованого тепlopостачання, що в свою чергу лише погіршує стан центральних тепломагістралей. Одними із шляхів вирішення проблеми застарілого обладнання є комплексна модернізація та технічне переоснащення, розроблення та впровадження енергоефективних технологій та обладнання.

Сучасні інформаційні технології дозволяють організувати моніторинг стану об'єктів комунальної теплоенергетики, вести облік споживання енергоресурсів, забезпечувати адекватну взаємодію між їх постачальниками і споживачами. Оперативний контроль ситуації, що базується на інформаційних технологіях, необхідний для оптимального складання бюджету, формування і реалізації інвестиційних проектів, обліку реальних поточних платежів, планування і контролю виконання робіт, розробки галузевої нормативної правової бази. Кінцевим споживачам послуг комунальної теплоенергетики широке упровадження інформаційних технологій дозволить контролювати споживання ресурсів і оптимізувати їх витрачання.

Перелік завдань, на вирішення яких направлено використання інформаційних систем у сфері комунальної теплоенергетики можна сформулювати таким чином:

- підвищення оперативності диспетчеризації;
- обробка інформації про технічний стан житлового фонду;
- дистанційне керування об'єктами теплоенергетики;
- моделювання ситуацій;
- бухгалтерський облік і розрахунок оплати за комунальні послуги;
- підвищення якості роботи з населенням;
- інформаційне обслуговування органів муніципального управління;
- web-сервіси обміну даними.

Ще одним шляхом вирішення проблеми автоматизації комунальної теплоенергетики є більш широке розповсюдження теплових пунктів (спеціально обладнане приміщення, із якого здійснюється керування місцевими системами теплоспоживання) у яких відбувається трансформація параметрів теплоносія за видами споживання тепла, облік тепла тощо. Теплові пункти можуть бути центральними (до яких приєднані системи тепло споживання двох і більше будівель (споруд)), індивідуальними (використовуються для обслуговування одного споживача (будівлі або її частини)) і блочними (виготовляються в заводських умовах і поставляються для монтажу у виді блоків). Запровадження теплових пунктів не протиставляється використанню інформаційних технологій, а є їх доповненням, бо керування цими пунктами здійснюється в дистанційному режимі, що значно підвищуватиме ефективність їх роботи та в цілому усього процесу тепलोзабезпечення [1].

Враховуючи те що на сьогоднішній день близько 90% будинків вже обладнано

лічильниками тепла тому одним із ефективних способів автоматизації є встановлення у будинках сучасних індивідуальних теплових пунктів (ІТП). ІТП – це комплекс приладів, який може складатися з декількох модулів обліку тепла, модуля системи опалення (залежна чи незалежна схема приєднання), модуля системи гарячого водопостачання (ГВП) та модуля системи вентиляції, що призначений для приєднання внутрішньо будинкових систем опалення, гарячого водопостачання та вентиляції до центральної теплової мережі. Використання ІТП переміщує центри, що забезпечують будівлю опаленням і гарячим водопостачанням, безпосередньо до складу конструкції будинку, що дозволяє підвищити якість постачання і звести енергетичні втрати до мінімуму.

Зазвичай ІТП містять теплообмінники для систем гарячого водопостачання, циркуляційні насоси систем опалення і гарячого водопостачання, регулятори температури гарячої води і регулятори відпуску теплоти на опалення будівель з врахуванням їх характеристик і режиму роботи, вузол обліку теплоти та інші супутні елементи, хоча можуть бути й інші конфігурації. Циркуляція теплоносія в системах опалення і гарячого водопостачання забезпечується надійними безшумними циркуляційними насосами. Для регулювання теплоспоживання в залежності від температури зовнішнього повітря з врахуванням підтримання оптимальних температур у приміщеннях зазвичай передбачається комплекс обладнання, який включає первинні перетворювачі температур, контролери, регулюючі клапани. Усім комплексом керує спеціальний контролер, що має відпрацьований алгоритм регулювання, який дозволяє встановлювати режими подачі теплоти в залежності від часу доби, температури зовні будівлі, температури в приміщенні та температури теплоносія на вході в будівлю.

Рівень автоматизації встановлює власник устаткування, виходячи зі своїх можливостей і особливостей обладнання. Підбираючи обладнання для індивідуальних теплових пунктів потрібно враховувати можливість його модернізації в подальшому.

Розробка і впровадження систем автоматизації в системі опалення позитивно вплине на ефективність експлуатації теплоенергетичного устаткування, а саме:

- підвищить продуктивність та якість опалення при зменшенні споживання енергоносіїв;
- покращить рівень безпеки та надійності процесу генерації тепла;
- дасть змогу знизити витрати на утримання персоналу;
- оптимізувати технічний процес і виключити помилки через людський фактор [2].

Враховуючи вищенаведене отримуємо очевидну економічну вигоду від впровадження системи автоматичного управління котельнями та іншими теплоенергетичними установками.

Перелік посилань:

1. Пирков, В. В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование [Текст] / В. В. Пирков. – К. : П ДП «Такі справи», 2008. – 252 с.
2. Басин, А. С. Общие и региональные проблемы надежности теплообеспечения населения в городах. Структура систем теплообеспечения [Текст] / А. С. Басин // Изв. вузов. Строительство. – 2002. – № 11. – С. 60–67.

ОСОБЛИВОСТІ НЕЛІНІЙНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

Більша частина систем з якими ми стикаємось в реальному світі є нелінійними. Практично в будь якій системі міститься принаймні один елемент, який неможливо лінеаризувати без втрати істотних властивостей системи управління в цілому. Для теплоенергетичних систем це може ускладнюватися ще і суттєвою нестаціонарністю та взаємовпливом параметрів. Саме тому, системи, спроектовані без врахування цих особливостей можуть показати набагато гірші реальні результати, або взагалі виявитися непрацездатними.

Метою дослідження, що пропонується, є можливість врахування нелінійності реальних систем при проектуванні систем управління з тим, щоб:

- Забезпечити коректні результати моделювання, що будуть відповідати реальним умовам;
- Розроблення загальних підходів до проектування систему управління, що забезпечать допустимі показники експлуатації для нелінійних систем.

Головні особливості суттєво нелінійних систем полягають у наступному [1] :

- Відсутність принципу суперпозиції;
- Форма та показники перехідного процесу залежать від амплітуди та форми вхідного збурення;
- Наявність декількох станів стійкої та нестійкої рівноваги.

Для опису нелінійної САУ спочатку складаються диференціальні рівняння для кожної ланки системи. При цьому лінеаризуються характеристики ланок, які не є суттєво нелінійними. В результаті виходить система диференціальних рівнянь, в якій одне або декілька рівнянь є нелінійними. Пристрої, які можуть бути лінеаризовані, утворюють лінійну частину (ЛЧ) САУ, а пристрої, які не допускають лінеаризацію, утворюють нелінійну частину (НЧ). У найпростішому випадку структурна схема нелінійної САУ являє собою послідовне з'єднання безінерційного нелінійного елемента та лінійної частини, що охоплені зворотнім зв'язком (рис.1).

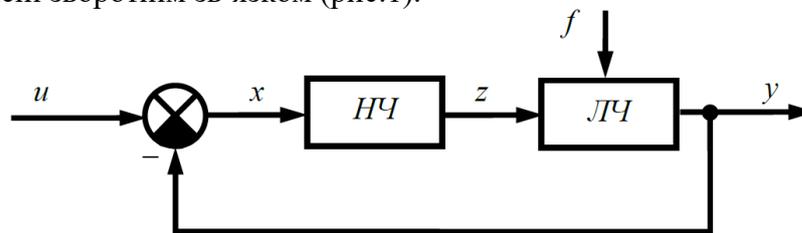


Рисунок 1 - Спрощена структура нелінійної САУ

Завдання опису нелінійних систем значно ускладнюється при наявності довільного числа нелінійних ланок, що до того об'єднують різні змінні пов'язанні між собою.

Для вирішення задач аналізу нелінійної системи спочатку будується її математична модель, яка характеризує взаємозв'язок вихідних сигналів системи із сигналами, що відображають зовнішній вплив на систему. Результатом може бути одне або кілька нелінійних диференціальних рівнянь високого порядку, іноді з низкою логічних зв'язків. Це надзвичайно ускладнює аналіз математичної моделі, тому для вирішення задач аналізу нелінійної системи потрібні обчислювальні методи, які дозволять легко визначити

математичний зв'язок параметрів нелінійної системи з динамічними показниками процесу управління.

Всі інженерні методи дослідження нелінійних систем поділяються на дві основні групи: точні та наближені. До точних методів відносяться метод А. М. Ляпунова, метод фазової площини, метод припасування і точкових перетворень, частотний метод В.М. Попова. Наближені методи побудовані на лінеаризації нелінійних рівнянь системи шляхом гармонічної або статичної лінеаризації: метод гармонічного балансу Л.С. Гольдфарба, метод гармонічної лінеаризації Н.М. Крилова і Н.Н. Боголюбова, метод Д.А. Башкірова та ін.

Більшу практичну цінність мають саме останні і зокрема методи гармонічної лінеаризації. Суть гармонічної лінеаризації полягає в описі нелінійної ланки за допомогою лінійного рівняння, яке утворюється при нехтуванні вищими гармоніками у розкладі нелінійної функції в ряд Фур'є. Відповідно до цього методу вибирається деяка розрахункова структурна схема, в якій нелінійний елемент (НЕ) виділений у якості входної ланки, а вся інша лінійна частина ЛЧ системи об'єднується в одну загальну передавальну функцію, яка знаходиться після нелінійного елемента.

Для більшості інженерних розрахунків метод дає досить адекватний результат. Гармонічна лінеаризація є наближеним описом нелінійної характеристики, отриманої шляхом зміни першої гармоніки ряду Фур'є. При цьому похибки при відкиданні вищих гармонік кількісно не оцінюються. Однак можна сказати, що чим вищий порядок лінійної частини системи, тим більш строго виконується гіпотеза фільтру низьких частот і тим більш адекватні методи дослідження, які використовують гармонічну лінеаризацію.

Для системи більш високого порядку використовують метод гармонічного балансу Л.С. Гольдфарба. Це графоаналітичний метод визначення амплітуди і частоти автоколивань, заснований на критеріях стійкості Г. Найквіста. Для реалізації методу Гольдфарба структурну схему нелінійної системи представляють у вигляді послідовного з'єднання нелінійної частини НЧ і лінійної частини системи ЛЧ. Тоді умова існування автоколивань в замкненій системі запишеться у вигляді: $W_{HE}(jA)W_{ЛЧ}(j\omega) = -1$, де W_{HE} - передавальна функція нелінійного елемента нелінійної частини, $W_{ЛЧ}$ - передавальна функція лінійної частини [1].

Корекція нелінійних систем може бути виконана за допомогою лінійних або нелінійних коригувальних пристроїв. Відмінність нелінійних коригувальних пристроїв полягає у виконанні конкретних більш вузьких задач для поліпшення якості регулювання. Але чим ширший діапазон зовнішніх впливів, тим складніше вибрати нелінійний коригувальний пристрій. Можливий випадок, коли нелінійна корекція, обрана для певного режиму роботи, може виявитися далеко не ефективною в інших неврахованих умовах роботи системи. У цьому випадку лінійний коригувальний пристрій з широким діапазоном впливу забезпечує більш надійну корекцію системи.

Складність корекції нелінійних систем посилюється відсутністю універсальної методики і способу корекції, як і для структури або типу нелінійного коригувального пристрою. Кожна конкретна нелінійна система і необхідні динамічні властивості вимагають індивідуальний підхід у плані корекції.

Перелік посилань:

1. Теория автоматического управления. Нелинейные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.В. Лазута, В.С. Щербаков ; кафедра «Автоматизации производственных процессов и электротехники». – Электрон. Дан. – Омск : СибАДИ, 2017. - Режим доступа : <http://bek.sibadi.org/fulltext/esd294.pdf>, свободный после авторизации.

Студент 2 курсу, гр. ТА-92 Гончар А.С.
Доц., к.т.н. Гавриш А.С.

ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСІВ КОНДЕНСАЦІЇ В ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТАХ. ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ

Для лабораторних досліджень кожухотрубних, пластинчастих та кожухопластинчастих теплообмінників, призначених для нагріву або охолодження, випаровування або конденсації різних рідких і пароподібних теплоносіїв, і на реальних об'єктах доречно встановити наступне контрольно-вимірювальне обладнання [1]. Датчики витрати ультразвукові Ultraflow II, SONO 2500, SKU для умовно холодної, умовно гарячої, мережевої води, і підживлення. Датчики витрати вихрові V-BAR 700 для пари. Датчики тиску КРТ-СТ і КРТ-1 для мережевої води, деаераторів, пари. Датчики рівня для баків-акумуляторів, резервуарів, деаераторів мережної води, тощо. Термометри опору РТ 500, 100 П для води, пари, конденсату, зовнішнього повітря, неконденсованих газів.

Сигнали з первинних датчиків повинні передаватись на багатоканальний термометр ТМ 5231 і на інтегратори тепло обчислювача ВКТ-5, що мають погодинний архів. А вже з них по інтерфейсним зв'язкам дані повинні зчитуватись в комп'ютер. Частота зчитування задається користувачем і варіюється в діапазоні від однієї, або декількох секунд, до десятків хвилин із певним фіксованим інтервалом. База даних системи поповнюється з погодинного архіву, а тепло обчислювач щогодини.

Режим моніторингу для системи базується на одному потужному, або декількох менш потужних комп'ютерах, об'єднаних в локальну мережу. На кожному з комп'ютерів в реальному часі можна спостерігати динаміку функціонування об'єкта по наявним параметрам. Крім того, на дисплеї відображаються параметри, що обчислюються системою – наприклад, рівні води в резервуарах, а також обсяги їх заповнення.

Крім того, на дисплеї відображаються параметри, що обчислюються системою - рівні води в резервуарах, а також обсяги їх заповнення. Загальний вигляд відображається на екрані, в режимі моніторингу. Поточні значення величин вимірюваних і обчислюваних параметрів вказуються поруч з позначеннями вимірювальних приладів (манометри, термометри, витратоміри) або всередині відображуваного на схемі обладнання (обсяги заповнення резервуарів водою).

Однією з основних, і найбільш відповідальних функцій системи це є виявлення нештатних і критичних ситуацій, і своєчасне оповіщення про їх виникнення. Також надається можливість настройки діапазону нормативних і допустимих значень для кожного з параметрів. При виході величини контрольованого параметра за межі нормативів включається попереджувальна сигналізація. Вона може бути або статична візуальна - значення параметра обрамляється рамкою, або динамічна - миготлива рамка. При виникненні критичної ситуації, що може привести до аварії, включається аварійна сигналізація - динамічна, супроводжувана для посилення сприйняття звуковою сигналізацією.

Крім цього, для кожного з контрольованих параметрів необхідно задавати припустимий інтервал "старіння" даних. Тобто задається період часу, протягом якого виміряні значення можуть не оновлюватись. Перевищення інтервалу свідчить про те, що результатам вимірювання не можна довіряти. Така ситуація може зазвичай виникати при порушенні каналу зв'язку "прилад-комп'ютер", або несправності локальної мережі, або в тому випадку, коли один з комп'ютерів - джерел інформації буде вимкнений. Для всіх різноманітних дефектів треба передбачати відповідну візуальну сигналізацію.

У режимі ретроспективного аналізу результатів вимірювань система повинна надавати ряд додаткових можливостей. Основні з яких можуть зводитись до наступного.

В першу чергу це ретроспективний моніторинг для випадків, коли виникає потреба за сукупністю значень вимірюваних параметрів інтегрально оцінити ситуацію, що склалася в минулому. Для цього в системі на екрані монітора є можливість відтворити хід технологічного процесу в режимі минулого, "псевдо-реального" часу. При цьому може варіюватись завдання масштабу часу, що визначає швидкість відтворення процесу.

Наступним етапом роботи системи є побудова і візуалізація графіків. Графіки підрозділяються на стандартні і замовні. Стандартні графіки реалізуються через відповідне меню, яке містить набір параметрів і їх поєднань через графічне уявлення. Формування та відображення замовних графіків передбачає попереднє завдання функції від параметрів архівних змінних, констант і часу. Цей процес підлягає програмній інтерпретації з подальшим графічним представленням. Стандартні графіки поділяються на дві групи. Першу групу утворюють графіки параметрів і їх поєднань в часі. Другу групу являють графіки параметрів за кожен фіксований проміжок заданого інтервалу часу, тобто представлення середніх значень по секундах, хвилинах, годинах.

Використання таких графіків може бути різноманітним і дуже корисним для реалізації на практиці результатів лабораторних досліджень. Так, графік стосовно витрати води дозволяє встановити динаміку споживання і належним чином управляти технологічним процесом системи. Знання статистичної залежності витрати пари створює передумови для процесу регулювання паро продуктивності обладнання.

Інші можливості системи зводяться до формування таблиць значень параметрів з різними інтервалами часу. У таблицях відбивається той же набір параметрів, що і в стандартних графіках. Передбачено автоматичний перехід від таблиць до графіків і навпаки.

Регулювання технологічних процесів засобами автоматизації дозволяє здійснити деаерацію води, подачу теплоносія під постійним тиском і температурою, редукування пари і відведення конденсату, регулювання температури і рівня води, тощо.

Зворотній зв'язок по тиску здійснюється за допомогою електроконтактного манометра. Задана температура в кожухотрубних та інших теплообмінниках, підтримується регулятором температури, встановленим на конденсатній лінії.

Для забезпечення режиму нормальної роботи, наприклад, деаератора необхідно встановити пароводяні пластинчасті теплообмінники з регуляторами температури. На всіх теплообмінних апаратах встановлені конденсатовідвідники.

Постійний рівень води в резервуарах підтримується регулятором рівня. Сигнал від регулятора надходить на електропривод, який керує засувкою. Регулюючий пристрій виконує не тільки функцію регулювання рівня, але і здійснює передачу даних для оперативного спостереження за рівнем на дисплеї комп'ютера, а також включає звукову сигналізацію в разі аварійної ситуації.

Регулятор температури, встановлений на конденсатній лінії, забезпечує задану температуру теплоносія. подача необхідної кількості підживлювальної води здійснюється редуційним клапаном, відрегульованим на необхідний тиск мережі.

Таким чином, були розглянуті основні принципи розвитку систем автоматизації досліджень теплообмінних апаратів і пов'язані з цим задачі реалізації отриманих результатів на реальних об'єктах. Можливості технологічного процесу гідрофобізації поверхонь теплообміну за допомогою сучасних присадок нанорідин ставлять нові більш широкі і відповідальні задачі в цьому напрямку. Вирішення широкого кола подібних задач потребує ретельної подальшої автоматизації всіх технологічних процесів.

Перелік посилань:

1. Малишка А.В., Михальця А.С., Разумов С.В., Чіпуліс В.П. Інформаційно-аналітична система оперативного спостереження та ретроспективного аналізу режимів функціонування джерел теплоти // Праці 15-ої Міжнародної науково-практичної конференції "Комерційний облік енергоносіїв". 23-25 квітня 2002.

Студент 2 курсу, гр. ТА-92 Агаркова Д.А.; студент 2 курсу, гр. ТА-92 Костючик О.А.
Доц., к.т.н. Гавриш А.С.

ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСІВ КОНДЕНСАЦІЇ В ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТАХ. ТЕОРЕТИЧНІ ПИТАННЯ

Кожухотрубні, пластинчасті та кожухопластинчасті теплообмінники призначені для нагріву або охолодження, випаровування або конденсації різних рідких і пароподібних середовищ в промислових технологічних процесах. Такі теплообмінники отримали широке застосування для кондиціювання, охолодження, а також у хімічній, нафтохімічній, харчовій промисловості, суднобудуванні.

Суха насичена пара, що надходить в апарат в якості гарячого теплоносія, конденсується на робочій поверхні, виділяючи достатньо велику кількість теплоти. При цьому утворюється рідка фаза – конденсат, на поверхні теплообміну у вигляді окремих крапель, локальних, або суцільних плівок. Саме на гідрофобних поверхнях відбувається краплинна конденсація.

У реальних апаратах поверхня тепловіддачі обмежена, а кількість пари, що надходить на конденсацію, достатньо велика. Це призводить до швидкого злиття крапель і утворення плівки, що покриває всю тепло передаючу поверхню.

Крапельна конденсація на практиці реалізується рідко, незважаючи на те, що коефіцієнти тепловіддачі в цьому випадку в кілька разів вище коефіцієнтів тепловіддачі при плівковій конденсації. Останнє пояснюється тим, що і при плівковій конденсації можна досягати досить високі значення коефіцієнтів тепловіддачі. Термічний опір при перенесенні теплоти за умов плівкової конденсації зазвичай не є тим фактором, що лімітує загальний процес тепло переносу.

В той самий час виробництво гідрофобної не змочуваної поверхні в теплообміннику для створення умов крапельної конденсації призводить до подорожчання процесу. Тому в теплообмінних апаратах зазвичай конденсація пари відбувається по плівковому механізму.

Останнім часом все більшу увагу фахівців з технологічного та комерційного обліку теплоти приділяється питанням збору і передачі в комп'ютер результатів вимірювань з контрольно-вимірювальних приладів, встановлених на об'єктах теплоенергетики, і їх подальшої обробки з метою візуалізації в наочній формі (графіки, таблиці), підготовки звітів в теплопостачальні організації, виявлення нештатних ситуацій, забезпечення надійних режимів експлуатації об'єктів теплопостачання, тощо.

Зауважимо, що для обслуговуючого персоналу принципово важливо спостерігати за процесами зміни параметрів в реальному часі, що вимагає зчитування даних в комп'ютер з малим періодом часу. Програмне управління такого роду системним об'єктом, що включає сукупність різнотипних (в тому числі і за форматами архівних даних) контрольно-вимірювальних приладів, комунікаційних засобів - передачі даних в базовий комп'ютер і поширення їх по локальній мережі, є, безумовно, нетривіальним завданням.

Задача ставиться створити і сформувані за допомогою готових лабораторних стендів систему керування процесами теплообміну між двома теплоносіями - парою й водою, в тому числі і при краплинній конденсації, в теплообмінниках, і вивести дані на монітор комп'ютера. Для цього необхідно задіяти сучасні контрольно-вимірювальні прилади для обліку основних параметрів, а також регулятори для управління вентилями, заслінками або клапанами з метою змін основних характеристик теплових потоків.

Наступним етапом буде поставлена задача перенесення результатів, отриманих для лабораторних стендів, на реальні крупно масштабні об'єкти промисловості та народного господарства. Подібного роду завдання, тільки більш масштабні, складні і функціонально

різноманітні, виникають при технічному обслуговуванні джерел теплоти – тепло електро централей (ТЕЦ), котельних, бойлерних, тощо. При цьому в значній мірі зростає і ускладнюється інформаційна база результатів вимірювань, обумовлена широким спектром і великою кількістю вимірювального обладнання, що встановлюється. Причому, всі компоненти такого комплексу, як правило, можуть знаходитись на значній відстані один від одного.

Для контролю поведінки джерел теплоти виникає ще один істотний аспект, який ускладнює розробку інформаційно-вимірювальних і аналітичних систем. Він пов'язаний із необхідністю створення сукупності автоматизованих робочих місць з різним набором функцій. Природно, що всі ці автоматизовані робочі місця повинні бути об'єднані в локальну комп'ютерну мережу, джерелом оброблюваних даних для якої є архіви контрольно-вимірювальних приладів. Архіви зберігаються в інтеграторах цих приладів, що накопичують результати вимірювань, які надходять від датчиків, і виконують їх попередню обробку.

В таких технічних рішеннях виникає потреба постійно нарощувати функціональні можливості системи, розробляти і вбудовувати нові програмні модулі.

Завдання, які вирішуються системою, концентруються в двох напрямках:

- перший з них це моніторинг і спостереження в реальному часі за параметрами функціонування об'єкта. Процес моніторингу супроводжується виявленням позаштатних і критичних ситуацій з оповіщенням персоналу про їх виникнення;
- другий важливий напрямок це ретроспективний аналіз, накопичення і зберігання системою результатів вимірювань.

Основні перспективи розвитку таких систем пов'язані з наданням додаткових можливостей, пов'язаних із ходом технологічного процесу гідрофобізації поверхонь теплообміну за допомогою сучасних присадок нанорідин, здатних полімеризуватись на поверхні теплообміну [1]. Принципова схема дозування поверхнево активних речовин (ПАВ) в контур обладнання представлена на Рисунку 1:

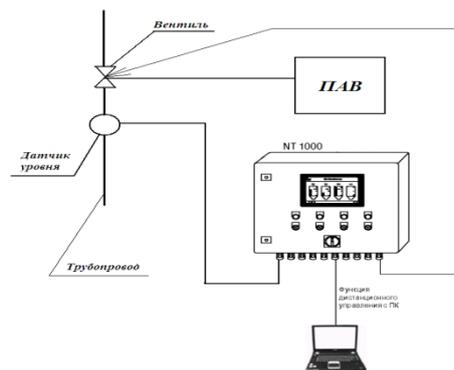


Рисунок 1 - Принципова схема дозування поверхнево активних речовин (ПАВ) в контур теплообмінного обладнання

Деталізація досліджень полягає у виділенні фрагментів об'єкта на його схемі, розгортка їх на весь екран із візуалізацією додаткових параметрів, отриманням висновків на тлі графіків параметрів із заданими проміжками часу і т.д. Також широке коло задач пов'язане з подальшою автоматизацією всіх технологічних процесів.

Перелік посилань:

1. Гавриш А.С. Особенности механизма капельной конденсации и перспективы применения нанотехнологий // Тепловые процессы в технике. - 2010. - Т.2, №10. - С.461-465.

СЕКЦІЯ №8

**Геометричне
моделювання та
проблеми візуалізації**

ОПТИМІЗАЦІЯ ОБРОБКИ ЗАПИТІВ КЛАСТЕРАМИ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПІДХОДУ

У цій доповіді розглядається робота мультиагентної системи [1] в режимі реального часу при забезпеченні заданої якості обслуговування черг запитів в системі масового обслуговування для запобігання перевантажень. Розглядається мультиагентна система, що складається з безлічі агентів, що представляють собою розподілену кластерну середу. Кожен агент в кластері є незалежний сервер, призначений для обслуговування вхідних заявок від споживачів і володіє рядом економетричних характеристик [2]. Зазвичай доступ до веб-послуг відбувається у формі сесії та містить безліч окремих запитів. У розглянутій задачі запити представляються як черга атомарних одиниць, кожна з яких має кінцеве число елементів, назвемо їх «потокими». Кожен запит в потоці іменується «пакетом».

Розглянемо математичну модель для вирішення проблеми оптимізації обробки запитів кластерами в реальному часі із застосуванням мультиагентного підходу:

Постачальник послуг має в розпорядженні кластер з N ідентичних кластерів, які пропонують t різних послуг, пронумерованих $1, 2, \dots, t$. Запити користувача до веб-сервісу i розгорнутому на сервері будуть називатися «потоким типу i » або «потоким i -го типу». Потокими можуть бути m різних типів з різними вимогами до продуктивності. Таким чином, потік i – го типу ($i = 1, 2, \dots, M$) містить k_i заявок, що надійшли на частоті λ_i заявок в секунду. Якщо потік прийнятий на обробку сервером, всі заявки, що належать цьому потоку повинні бути завершені, тобто має бути збережено умова цілісності сесії. В даному контексті, цілісність є критичним показником. Часи обслуговування заявок i -го типу незалежні однаково розподілені випадкові величини із середнім значенням та дисперсією b і $M_{2,i}$, i відповідно.

В даному випадку середнє значення та дисперсія є моментами випадкових величин, які є специфічними кількісними метриками, використовуваними в теорії ймовірностей і статистиці, у вигляді набору точок. Якщо дані точки являють собою щільність ймовірності, тоді нульовий момент випадкової величини буде повною ймовірністю (одиницею), перший момент середнім значенням, другий центральний момент дисперсією, третій момент. У разі дискретної функції розподілу випадкової величини X , середнє значення рівне суму кожного можливого значення, зваженого ймовірністю даного значення, і обчислюється множенням кожного можливого значення x з X і його ймовірності $P(x)$, з подальшим підсумовуванням всіх множенні разом, отримавши в підсумку $\mu = \sum x P(x)$. Аналогічна формула застосовується до нагоди безперервного розподілу ймовірності. Майже кожний розподіл ймовірності має певне середнє значення, прикладом такого розподілу є розподіл Коші. Більш того, для деяких розподілів середнє нескінченно, як у випадку ймовірності для 2^n , де $n = 1, 2, 3, \dots$. Статистичною дисперсією, також званої варіативністю визначається яким чином розтягнуто або стислим буде розподіл.

Часи обслуговування заявок i -го типу незалежні та однаково розподілені випадкові величини (i.i.d.), де кожна величина має той же розподіл ймовірностей, що і інші, і всі вони є взаємно незалежними.

Середній час обслуговування та квадратичний коефіцієнт варіації цього часу $b_i (b_i = \frac{1}{\mu_i})$ та cs_i^2 відповідно, в той час як квадратичний коефіцієнт варіації для інтервалів надходження заявок ca_i^2 . Таким чином, вимоги для потоків i -го типу при L_i активних

потоках характеризується кортежем з 4-х елементів:

$$(\lambda_i, ca_i^2, b_i, cs_i^2), i = 1, 2, \dots, m$$

Якість обслуговування QoS яке буде запропоновано постачальником і спожито користувачем послуг для прийнятого на обслуговування потоку i -го типу вимірюється спостережуваним середнім часом очікування, W_i :

$$W_i = \frac{1}{k_i} \sum_{j=1}^{k_i} w_j$$

де w_j - час очікування j -тій заявки i -го потоку. Варто підкреслити, що права частина рівняння є випадковою величиною і її величина залежить від кожної заявки, що належить i -того потоку.

Постачальник послуг приймає рішення, скільки серверів, необхідно виділити для кожної черги, в той час як управління доступом трохи відрізняється та вирішує, які потоки приймаються, а які ні. Після того як серверний ресурс виділено, він залишається повністю присвячений обслуговування заявок відповідного типу і може бути перепризначений тільки після завершення поточного потоку.

Алгоритм виділення серверів для кожного потоку викликається в моменти надходження потоку в систему і його завершення. Алгоритм контролю доступу викликається в момент надходження нової заявки в систему. Він повинен вирішити, чи повинен вхідний потік бути прийнятий або відхилений. Звичайно, алгоритми розподілу серверів і контролю доступу пов'язані: рішення про прийняття потоку залежать від виділених серверів та навпаки. Крім того, обидва алгоритми повинні мати можливість реагувати на зміну кількості призначених для користувача запитів.

Для того, щоб зробити модель більш простою, передбачається, що час, необхідний для перерозподілу сервера від однієї черги на іншу незначне. Тобто, звичайно, в разі, якщо всі послуги будуть розгорнуті на всіх серверах, так що перерозподіл не пов'язаний з новим розгортанням. Однак, якщо ці перемикачі були миттєвими, то аналіз буде ускладняться. У проміжках між послідовними викликами політики, чисельність активних потоків залишиться незмінними.

Розглянутий метод заснований на динамічній оцінці трафіку та моделі поведінки системи. При цьому, часи надходження та обслуговування не зобов'язані бути експоненціально розподіленими величинами. Замість цього, вони можуть мати спільний розподіл з кінцевим коефіцієнтом варіації. Модель передбачає, що продуктивність виражена в метриках часу відгуку або очікування, але інші характеристики також можуть бути прийняті до уваги.

Перелік посилань:

1. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ. – Москва: Вильямс, 2006. – 1408 с.
2. Айдаров К.А., Балакаева Г.Т. Управление ресурсами в ЦОД через имитационное моделирование // Материалы межд. Научной конференции «Информатика и прикладная математика». – 2016.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХОНЬ СТАЛОЇ
СЕРЕДНЬОЇ КРИВИНИ

Поверхні постійної середньої кривизни – це поверхні, які природним чином створюються на межах між областями різного тиску. Наприклад, вони описують поведінку мильної плівки, де кривизна її поверхні проявляється за умови різного тиску з сторін. Та ж мильна плівка, маючи навколо однаковий тиск, утворює мінімальну поверхню. Поверхні даного типу застосовуються в архітектурі при моделюванні конструкцій, для яких важливою вимогою є рівномірний розподіл тиску по всій площі. Вивчення мінімальних поверхонь зокрема важливо при вирішенні задачі Плато – пошук поверхні мінімальної площі в заданому контурі, і задачі Жергонна – пошук мінімальної поверхні з вільними границями, що має місце як в архітектурі, так і в приладобудуванні, і навіть в деяких задачах програмування [1].

Метою даної роботи є аналіз методів, що застосовуються для моделювання поверхонь постійної середньої кривизни.

Визначення середньої кривизни поверхні в точці є дуже складним процесом, що вимагає обчислення коефіцієнтів першої і другої квадратичної форми, що в свою чергу вимагає обчислення перших і других похідних рівняння поверхні по її внутрішнім координатами. Для кожної точки поверхні кривизна може бути різною, і пошук поверхонь, для яких H є постійною, є складним завданням:

$$H(A) = \frac{1}{2} \frac{(LG - 2MF + NE)}{EG - F^2},$$

де F, E, G, L, M, N – коефіцієнти першої та другої квадратичної форми.

Мінімальні поверхні є окремим випадком поверхонь постійної середньої кривизни, для яких $H = 0$. В даному випадку пошук поверхонь спрощується шляхом прирівнювання чисельника до нуля. Великих успіхів математики досягли при вивченні мінімальних поверхонь. Так, Лагранж визначив, що функція z , яка задає поверхню, повинна задовольняти дане рівняння:

$$\left[1 + \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 \right] \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - 2 \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial z}{\partial y} \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} + \left[1 + \left(\frac{\partial z}{\partial x} \right)^2 \right] \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = 0,$$

яке описує всі мінімальні поверхні в декартовій системі координат при заданні відповідного контуру.

Пошук умов, що задовольняють дане нелінійне диференціальне рівняння в частинних похідних, є складним завданням. Пізніше Ріман, Енепер і Петерсон запропонували параметричне представлення мінімальних поверхонь.

Пошуки рішення задачі Плато, а також дослідження в інших областях геометрії приводили до відкриття нових мінімальних поверхонь, які були унікальними в своєму роді. Так наприклад, катеноїд є єдиною мінімальною поверхнею обертання, а прямий гелікоїд – єдина лінійчата мінімальна поверхня, а поверхня Шерка – єдина мінімальна поверхня, що належить до класу поверхонь переносу, поверхня Енепера – єдина алгебраїчна мінімальна поверхню 9-го порядку, яка має плоскі лінії кривизни і т.і., таким чином видно, що ще однією складністю є пошук і визначення цілих сімейств поверхонь, які відповідають умові нульової або постійної середньої кривизни. З іншого боку, відкриті поверхні часто були винятком в своєму сімействі.

Пошук рішення рівняння мінімальної поверхні з заданим контуром може спиратися

на рішення першої крайової задачі – тобто рішення диференціального рівняння в частинних похідних другого порядку з заданими крайовими умовами. Основною проблемою для пошуку рівнянь, які відповідають умовам мінімальної поверхні, натягнутої на жорсткий опорний контур, є неможливість отримання функції z в загальному випадку в квадратурі, що змушує шукати дискретні проміжні точки z_{ij} шляхом вирішення наведених рівнянь методом кінцевих різниць, однак результат буде представляти собою поверхню, що є наближеною до мінімальної, але в той же час даний метод дозволяє більш гнучко параметризувати граничні умови шуканої поверхні через каркасні точки. Даний метод широко поширений в ряді досліджень, присвячених пошуку параметричних поверхонь, які відповідають умовам мінімальної площі [2].

Не менш цікавими для науки є періодичні мінімальні поверхні, слід яких виявили в природі. Зокрема, поверхня гіроїд на мікрорівні спостерігається в будові пористих матеріалів мінімальної щільності, що знайшло своє поширення в області машинобудування і матеріалознавстві. Примітною особливістю даної поверхні є її зручна апроксимація через тригонометричні функції, що полегшує проектування і програмування об'єктів, структура яких повинна мати властивості даної мінімальної поверхні.

Існує також клас алгебраїчних мінімальних поверхонь, які можна задавати в параметричному вигляді за допомогою методу Вейерштрасса, основними умовами якого є базування поверхонь на ізотропних кривих, що в свою чергу впливають в задачу пошуку умов для задання ізотропних кривих. Наприклад, у роботах учнів проф. Пилипаки С.Ф. було виведено рівняння побудови ізотропних просторових кривих через комплексні числа [3]:

$$x = x(t); \quad y = y(t); \quad z = i \int \sqrt{x'^2 + y'^2} dt.$$

Інтегрування виразу z , що ускладнене наявністю кореневого виразу, у свою чергу, створює задачу пошуку умов задання координат x , y , що позбавляти б підінтегральний вираз від кореня.

У роботах Аушевої Н.М. приділено увагу побудові та визначенню сімей мінімальних поверхонь на основі ізотропних кривих різного походження [4].

Таким чином, область математики, присвячена вивченню мінімальних поверхонь, далеко просунулася вперед з часів Лагранжа: відкриті різні мінімальні поверхні, а методи їх побудови досить поширені в математиці та інших суміжних науках, проте дана область ще не вичерпала себе. У контексті обговорення поверхонь з постійною середньою ненульовою кривизною справи йдуть набагато гірше, і подальші дослідження в цьому напрямку повинні проводитися, так як подібні поверхні для науки не поступаються за своєю значимістю мінімальним поверхням, але в той же час визначення умов для їх побудови є помітно складнішою задачею.

Перелік посилань:

1. Emmer M. Minimal Surfaces and Architecture: New Forms [Електронний ресурс] / Michele Emmer // Springer. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00004-013-0147-7.pdf>.
2. Monterde J. Bézier surfaces of minimal area: The Dirichlet approach [Електронний ресурс] / Monterde // Elsevier. – 2003. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167839603001304>.
3. Чернишова Е.О. Використання функцій комплексного змінного для побудови поверхонь технічних форм: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.01.01 / Київський національний університет будівництва і архітектури. Київ, КНУБА. 2007. 20 с.
4. Аушева, Н. М. Модельовання мінімальних поверхонь Без'є [Текст] / Н. М. Аушева // Прикладна геометрія та інженерна графіка. - Вип.4, Т. 50. - Мелітополь: ТДАТУ, 2011. - С.105-109.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ УНІФІКОВАНИХ ФАЙЛОВИХ ФОРМАТІВ ПЕРЕДАЧІ ТРИВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ З МОЖЛИВІСТЮ ВИКОРИСТАННЯ У ПОПУЛЯРНИХ САД СИСТЕМАХ

На сьогоднішній день спостерігається значний розвиток систем автоматизованого проектування (computer-aided design - CAD) [1]. Також, урахуваючи поточний вектор суспільства до глобалізації та створення розподілених команд для вирішення глобальних задач, актуальним стає вирішення питання сумісності результатів створення тривимірних моделей.

Для вирішення задачі побудови тривимірної моделі, компанією декомпозується тривимірна модель, в результаті чого створюються дві тривимірні моделі – екстер'ерна (створюється командою А, використовуючи Maya) та інтер'ерна (створюється командою Б, використовуючи Blender). Для того, щоб дві команди розробки об'єднали результати, командам необхідно визначитися з певним форматом передачі даних моделей, який би підтримувався обома системами. Саме для вирішення задач схожого типу, пропонується порівняльний аналіз форматів передачі даних 3D-моделей.

Розглянемо універсальні формати передачі даних інформації тривимірних моделей, а саме: Obj, FBX, Collada, 3DS, IGES та STEP та підтримку цих форматів у таких систем проектування, як Maya, Blender, 3ds Max, Houdini, Cinema 4D.

Схема підтримки наведених вище форматів серед обраних для порівняння систем наведено нижче.

	(Wavefront) Obj	FBX	Collada	3DS	IGES	STEP
Maya	+	+	+		+	
Blender	+	+	+	(partial)		
3dsMax	+	+	(partial)	+	+	(partial)
Houdini	+	+	+	(partial)		

Рисунок 1 - Підтримка форматів даних

Obj формат – це формат представлення 3D моделей у текстовому форматі. Цей формат не вимагає дефініції header-блоку. Даний формат надає можливість до зберігання геометрії у вигляді вершин, ребер, граней, поверхонь, нормалей, груп властивостей поверхонь, координат, тощо [2]. Він є розповсюдженим за використанням та підтримується сучасними САД-системами. Основним недоліком цього формату є його розмір.

FBX формат – це text-based структура, що підтримує ієрархічну структуру у вигляді дерева. Він складається з ієрархічно згрупованих ієрархічно упорядкованих списків вузлів. Кожен вузол повинен мати NodeType identifier (ім'я класу), пар ключ-значення та список типізованих вузлів, що можуть бути визначеними рекурсивно [2,3].

FBX формат може бути представлений у бінарному вигляді для оптимізації розміру. У цьому випадку структура повинна обов'язково мати Header, Object Record та Footer об'єкти.

Основними перевагами використання FBX формату є його сумісність із сучасними САД системами. До недоліків цього формату можна віднести закриті деталізовану специфікацію формату, що унеможливує його кастомізацію та оптимізацію, що не

передбачена пропрієтарними SDK [2,3].

Collada – це XML формат передачі 3D об'єктів що є специфікованим у ISO/PAS 17506. Основною сферою використання цього формату є передача 3D об'єктів між несумісними системами. Перевагами даного формату є можливість до пост- та претрансформації об'єктів для передачі між системами. Однак недоліками цього формату є його надлишковість, необхідність до претрансформації об'єктів та розмір Collada об'єктів [3].

3DS – це бінарний формат: що складається із фрагментів. Кожен фрагмент містить ідентифікатор наступного об'єкта (його ідентифікатор). Він підтримує геометрію вершин, граней, поверхонь, освітлення, властивостей матеріалів, конфігурацію світла і камери [3].

Даний передбачає потокову передачу інформації з можливістю оптимізації за рахунок фільтрації вкладених об'єктів до чи після безпосередньої передачі даних.

Основними перевагами даного формату є висока ефективність передачі даних за рахунок потокової передачі даних та гнучка конфігурація фільтрації властивостей об'єктів та фрагментів. Недоліками даного формату є його несумісність із багатьма CAD системами та його версіонування. Для передачі об'єктів даного формату із несумісними CAD системами необхідно додатково трансформувати об'єкти у інші формати передачі даних [3].

IGES – це строковий формат передачі 2D та 3D об'єктів. Кожний файл даного формату складається з 80-символьних ASCII фрагментів. Текстові фрагменти представлені у форматі Hollerith із кількістю символів у рядку, за ним слідує "H", а потім тіло фрагменту. У файлі iges є п'ять розділів. Розділ "start" є заголовком. Global розділ є типом заголовка, що містить інформацію про файл (роздільна здатність типу даних, одиниці виміру, масштаб), розділ terminator закінчує файл із зазначенням кількості записів у кожному з інших чотирьох попередніх розділів. IGES формат не є сумісним із багатьма сучасними CAD системами [3].

STEP – це формат обміну 3D об'єктів, що був стандартизований в 1994 році комітетом ISO під назвою ISO 10303-21. Файл STEP також відомий як p21-файл та фізичний файл STEP. Це текстовий формат передачі даних, що складається з HEADER, ANCHOR, REFERENCE, DATA, SIGNATURE. Контент міститься в атрибуті DATA, що може бути представленням об'єктів, де кожен параметр об'єкту повинен бути представлений окремо. STEP використовує EXPRESS DML з можливістю рекурсивної вставки об'єктів [3].

Основними перевагами формату STEP є стандартизованість та підтримка з боку багатьох CAD систем. Недоліками цього формату є неможливість потокової передачі-зчитки даних, надлишковість метаданих (кожний елемент повинен бути представлений окремо).

Таким чином, можемо зробити висновок, що для універсальної передачі даних поміж популярних CAD-систем, доцільно використовувати формати Obj та FBX. Також доцільно передбачити підтримку STEP формату, що є стандартизованим та уніфікованим форматом передачі 3D об'єктів та імплементується сучасними CAD-системами.

Перелік посилань:

1. LI, Yujiang. Implementation and evaluation of kinematic mechanism modeling based on ISO 10303 STEP / LI, Yujiang, Sivard, Franzén. – Stockholm, 2012. - 53p.
2. D. Ostrovka, The Analysis of File Format Conversion Tools for Storing 3D Objects for the iOS Platform. / Dmytro. Ostrovka Vasyl Teslyuk – 2020.
3. 3D File Formats: <https://docs.fileformat.com/3d/> (дата звернення: 14.03.2021).

ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМУ ПРОСУВАННЯ ПРОМЕНІВ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ЗД ГЕОМЕТРІЇ

З початку існування комп'ютерної графіки було придумано десятки різних алгоритмів і способів опрацювання і візуалізації 3д графіки. Деякі з них були придумані під конкретні апарати, які вже перестали існувати на ринку, деякі з них застаріли, тому що були придумані більш оптимізовані їх варіанти.

Але розробка нових алгоритмів не закінчується і сьогодні, тому що вимоги до тих чи інших продуктів комп'ютерної графіки ростуть. Комп'ютерна графіка все більше і більше наближається до реальності, але до цієї цілі ще далеко, і також людство обмежено потужністю обчислювальних приладів.

Недавно для широкої публіки став популярним метод обчислення світла і відображень як трасування променів (Raytracing). Для трасування променів були створені спеціальні графічні чіпи, які апаратно прискорюють його обчислення. Хоча про цей метод було відомо ще давно, і використовувався вже довгий час для прорахунку світла в фільмах [1], і анімаційних фільмах, трасування променів вперше вдалося вдало застосувати в іграх – тобто обчислювався у режимі реального часу. В іграх це завжди задавало додаткові обмеження, і тому ігри завжди виглядають не такими реалістичними як фільми.

Просування променів – це спеціалізована версія трасування променів, але в цього методу є конкретна мета.

Просування променів набагато ефективніший, порівнюючи з традиційним трасуванням променів [2], і хоча на початку Raymarching і був дорожчий за метод растеризації, але він легко розширився на комплексні сцени, де має значну перевагу в швидкості обробки об'єктів.

Просування променів, втім, не опрацьовує складні масиви трикутників (меші), а взаємодіє з математичними формулами, які називають SDF (Signed Distance Functions), функціями довжини зі знаком, для того щоб створити 3д форму, яка відносно легко може бути визначена як математична функція.

Найпростішою з яких є сфера. Все що потрібно – це розмір і позиція сфери в 3д просторі (заданим XYZ координатами, наприклад (1,0,1)) і радіусом.

Так що замість меша, складеного з десятків тисяч трикутників, маємо 4 числа, що є дуже вражаючою оптимізацією пам'яті. Більш складною процедурою є саме відображення цих даних на екрані.

SDF може дуже елегантно описати форму у тривимірному просторі. Ця функція приймає для перевірки точку в просторі. Після цього вона повертає позитивне значення, якщо точка знаходиться поза об'єктом; від'ємне число - якщо точка знаходиться всередині об'єкту, і нуль, якщо точка знаходиться на його поверхні.

Для сфери це число є відстанню від представленої точки простору до центру кулі, мінус її радіус.

Таким чином, можна переглядати кожен точку тривимірного простору та передавати її SDF, але це б затратало багато ресурсів і, насправді, не дало б того, що потрібно, щоб зробити сцену відносно простору камери.

Тому є сенс перевіряти лише ті точки, які видно камері. Для цього можна пускати промені з лінзи камери через площину зображення і передавати кожен точку вздовж променю в SDF, поки функція не поверне 0.

Тільки це все ще дуже багато точок для перевірки, і це було б надзвичайно дорого обробляти.

Raymarching [3] використовує своєрідну техніку, щоб переконатися, що робиться мінімальна кількість необхідних кроків, не прориваючи прямо поверхню, на яку намагаємося приземлитися. Цей прийом називається трасування сфери.

Існує своя точка в просторі, яка є камерою, і для заданого радіуса можна взяти фрагмент геометрії, який знаходиться найближче до цієї точки. Не потрібно точно знати, де знаходиться цей об'єкт, просто наскільки далеко він знаходиться від заданої вихідної точки.

SDF надає цю відстань. Коли передаємо точку, яка знаходиться поза визначеним об'ємом, у SDF, вона повертає додатне число, і це число є відстанню від поверхні згаданого об'єму.

Навіть якщо є багато різних форм у кожній сцені, кожна з яких визначається SDF, можна пройти їх усі, передаючи свою вихідну точку в SDF, і тоді це означає, що найменше число, яке отримуємо, є найближчою поверхнею до заданої точки.

Як тільки отримано відповідь, що це найближча поверхня до заданої, можна використовувати число, повернене з SDF, як радіус.



Рисунок 1 — Схема роботи просування променів

Знаючи, що можливо вільно пересуватися цим простором, можна просунути вздовж променю до поверхні «сфери безпеки», отримати нову точку в тривимірному просторі і розпочати процес знову.

Цей процес продовжується знову і знову, поки число, яке повертає SDF, не дорівнюватиме 0, і в цей момент буде відомо, що точка знаходиться на поверхню визначеної SDF сфери, і після цього можливо повернутися до пікселя на екрані і екстраполювати колір в цій точці.

Перелік посилань:

1. Georg Rainer Hofmann (1990). Who invented ray tracing?. *The Visual Computer*. 6 (3): 120–124.
2. Tomas Nikodym (June 2010). Ray Tracing Algorithm For Interactive Applications. *Czech Technical University, FEE*.
3. Roth, Scott D., Ray Casting for Modeling Solids, *Computer Graphics and Image Processing*, **18** (2): 109–144.

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗРАХУНКІВ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

У сучасному світі інформаційні та обчислювальні програми поступово перебираються з персональних комп'ютерів в інтернет або в хмари (cloud technologies). Це зумовлене тим, що встановлення та підтримка локального програмного забезпечення (on-premise software) часто є складним та фінансово не вигідним процесом. До того ж, користувач залишається обмеженим можливостями свого комп'ютера у виборі програмних продуктів.

Веб-сайти та Cloud технології вирішуються описані вище проблеми. Користувачеві необхідно лише мати підключення до інтернету, за допомогою якого він може легко підключитися до віддаленого серверу або ресурсу та виконати необхідні дії або обчислення. Компанії вже не повинні встановлювати на кожний комп'ютер своїх клієнтів програмний продукт та підтримувати кожний екземпляр програми, натомість вони просто надають доступ до свого серверу та гарантують його працездатність. Користувач вже не обмежений можливостями свого комп'ютера, оскільки програма фактично запущена на віддаленому комп'ютері, до того ж досить великими можливостями та ресурсами, які можна розширювати.

Незважаючи на це, програмні продукти вимагають більше ресурсів та обчислювальної потужності, що є дорогим задоволенням у світі веб-технологій. До того ж, користувач очікує отримати результат у реальному часі, тобто без жодної затримки, що є неможливим при складних розрахунках. На сьогоднішній день і досі залишається актуальним питання оптимізації програмного забезпечення.

Для оптимізації програмного забезпечення з розрахунку в реальному часі енергоефективності системи енергопостачання споруди було запропоновано методіку використання нейронних мереж. Головною метою використання нейронних мереж є зменшення часу розрахунку, при цьому результат повинен мати допустиму похибку. Для реалізації такої оптимізації необхідно визначити вхідні та вихідні параметри, створити модель нейронної мережі та провести машинне навчання на наборі істинних даних.

Пошук найкращої моделі нейронної мережі зазвичай відбувається у три етапи: визначення специфіки даних, визначення можливої архітектури та знаходження нейронної мережі експериментальним чином. На першому етапі необхідно визначити головні вхідні та вихідні параметри та відкинути ті, від яких результат не залежить. Найкращий варіант для вирішення задачі оптимізації розрахунків – це коли нейронна мережа приймає всі вхідні параметри та повертала усі вихідні значення як результат. Проте, іноді, неможливо провести подібне машинне навчання, тому важливо знайти оптимальний розмір вхідних та вихідних векторів [1].

Далі потрібно проаналізувати данні, та визначити можливу архітектуру нейронної мережі. Наприклад, якщо данні залежать від часу, то краще обрати одну з моделей рекурентних нейронних мереж (RNN), оскільки вони зберігають внутрішній стан (мають «пам'ять») і ефективність навчання буде вищою [2].

На третьому етапі необхідно реалізувати навчання декількох нейронних мереж та порівняти результати їх функцій похибки. Головною метою на даному етапі є знаходження нейронної мережі з мінімальною похибкою змінюючи такі характеристики навчання, як кількість схованих шарів (hidden layer), кількість нейронів на кожному з них, функції активації, алгоритми оптимізації, розміри партій (batch size) та інші.

Навчання нейронної мережі досить часто зводиться до вирішення однієї з двох проблем: нейронна мережа погано апроксимує результуючу функцію (high bias problem) або ж навпаки, коли нейронна мережа добре інтерполіує функцію на тренувальному наборі даних і при цьому не може правильно опрацювати дані за межами цього набору (high variance). У таких випадках існує декілька рекомендацій, що можуть допомогти підвищити ефективність навчання [3].

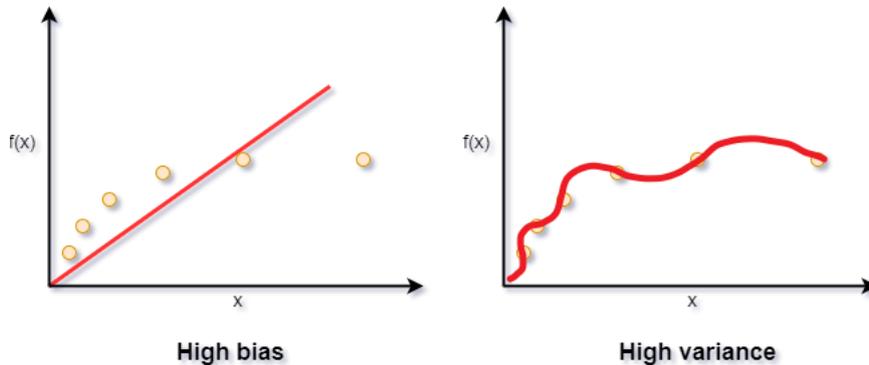


Рисунок 1 – Графіки high bias та high variance проблем

Основною ознакою проблеми high bias є велика похибка як на тренувальних даних, так і на даних для оцінки. При цьому два значення похибки мають невелику різницю або майже збігаються. Для вирішення цієї проблеми рекомендовано зробити наступне: збільшити розмір вхідного вектору, тобто додати нові ознаки (features), збільшити поліном функції похибки або зменшити крок спуску.

Проблема high variance характеризується тим, що значення функції похибки на тренувальних даних значно нижча ніж на тестових даних. Цю проблему можна спробувати вирішити наступним чином: збільшити кількість тренувальних даних, зменшити розмір вхідного вектору або збільшити крок спуску [3].

В ході дипломної роботи було реалізовано метод оптимізації розрахунків за допомогою нейронних мереж для обчислення енергоефективності системи енергопостачання будівлі. Як результат оптимізації, система за допомогою нейронної мережі може обчислити необхідний результат у визначеному діапазоні вхідних параметрів в 20 разів швидше ніж початкова реалізація, при цьому похибка обчислення становить не більше 1%. Використання нейронних мереж для оптимізації розрахунків є дієвим способом зменшення часових витрат за умови проведення ефективного машинного навчання.

Перелік посилань:

1. Neural Networks. A Comprehensive Foundation. [текст] // Simon Haykin – Published by Person Education (Singapore), Deli, India, 2005.
2. Regression Tutorial with the Keras Deep Learning Library in Python [Електронний ресурс] // Jason Brownlee, 2020 – Режим доступу: <https://machinelearningmastery.com/regression-tutorial-keras-deep-learning-library-python>.
3. Machine Learning Yearning [Електронний ресурс] // Andrew Ng, 2018 – Режим доступу: <https://d2wvfoqc9gyqzf.cloudfront.net/content/uploads/2018/09/Ng-MLY01-13.pdf>.

ВИКОРИСТАННЯ ГЕОЛОКАЦІЇ В СИСТЕМАХ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ МОРСЬКОЇ СЦЕНИ

Для відображення положення судна на географічній карті, системі необхідна інформація про його геолокацію. Зазвичай дані про геолокацію зазначають в географічних координатах об'єкта - довготі і широті. Для визначення геолокації використовують радіонавігаційні та геоінформаційні системи (MLAT, GPS), за їх відсутності - дані з вишок мобільного зв'язку або IP адреси. Часто електронний пристрій під'єднаний до Інтернету та працює під доволі потужними операційними системами, тому одним з найзручніших варіантів для отримання геолокації є використання вбудованого API пристрою. Наприклад, для Android - це GoogleMaps Api, яке при отриманні доступу до геолокації повертає координати та іншу корисну інформацією (країна, місто, вулиця і т.д.).

Дані про геолокацію в системах візуалізації морських сцен використовують для відображення положення судна на морській карті, а також для:

- Побудови траєкторій руху об'єктів;
- Пошуку найближчих об'єктів;
- Сортування об'єктів за віддаленістю один від одного;
- Розрахунку відстаней між об'єктами.

Для подальшої обробки та використання даних про геолокацію, їх потрібно зберегти.

Для цих цілей зручно використовувати реляційну SQL базу даних, наприклад Postgres. Проте потрібно враховувати частоту зміни геолокації в таких БД, оскільки велика кількість UPDATE операції може суттєво вплинути на продуктивність системи. Це пов'язано з перебудовою індексів, що, зазвичай, додаються для колонок координат. Для зручної роботи з геолокацією та іншими географічними об'єктами в Postgres було створено спеціальне розширення - Postgis, яке додає спеціальні таблиці, функції та типи даних, що дозволяють сформувати просторову базу даних та ефективно працювати з географічними даними [1].

Розглянемо роботу з Postgis на прикладі сортування кораблів в морському просторі за відстанню від спостерігача. Для вирішення даної задачі було запропоновано впровадити такі рішення:

- створити таблицю в БД, яка буде описувати положення суден та містити спеціальну колонку типу POINT (індекс R-Tree створиться автоматично), що буде описувати координати об'єкта;
- при всіх подальших змінах координат судна оновлювати записи в колонці типу POINT;
- використовувати функцію ST_Distance, що буде розраховувати відстань між двома точками (в нашому випадку - спостерігачем та судном).

Для отримання результатів вибірки буде сформовано наступний SQL запит –
“SELECT ship_name from shipsData ORDER BY ST_Distance(point, ST_GeomFromEWKT (<observer_location>)) LIMIT 10”.

Де point - колонка типу POINT, ST_GeomFromEWKT - функція, що транслює координати з стандарту EWKT(текстовий формат даних, якому повинні відповідати координати в Postgres) в зрозумілий для Postgis формат. observer_location - координати спостерігача.

Хоч такий запит є структурно правильним, проте є недостатньо оптимізованим, оскільки сканує всі входження в таблицю (sequence scan). Дану проблему можна вирішити

використовуючи функцію Postgis - ST_DWithin, що відразу відсікає занадто далекі точки, опираючись на різницю в градусах. Така оптимізація дозволяє пришвидшити запити в декілька разів. Також функцію ST_DWithin зручно використовувати для пошуку об'єктів в певному радіусі.

В будь-якій цифровій карті потрібно відобразити тільки ті об'єкти, що поміщаються на екрані в залежності від кратності приближення (площа поверхні змінюється в залежності від масштабу). Отже, отримуватись такі дані повинні виключно в мінімально необхідному обсязі задля максимальної оптимізації. Спираючись на це судження, було прийнято рішення використовувати описані вище підходи для відображення суден на морській карті.

Перелік посилань:

1. Офіційний сайт Postgis [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://postgis.net/>.

РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ 3D-ОБ'ЄКТІВ

Будь-який сучасний підхід до візуалізації освітлення різноманітних 3D-об'єктів вимагає контекстуалізації поставленої задачі. Задача освітлення постає перед розробниками систем візуалізації завжди, і варіантів застосування подібних систем у наш час стає все більше. Актуальним є питання надання людям великої кількості сервісів з 3D візуалізації об'єктів, наприклад, у сфері продажу автомобілів, нерухомості, побутової техніки, меблів, тощо. Усі об'єкти потребують коректної візуалізації освітлення матеріалів, якщо користувачу надається можливість перегляду 3D-сцени або, навіть, статичної, заздалегідь відрендереного зображення. Під час розробки програмного продукту ставитиметься мета модифікації та розрахунку параметрів моделей освітлення для візуалізації матеріалів тканин оббивки, дерева та металів що використовуються при виробництві меблів.

API OpenGL надає широкий набір методів, що використовуються для керування зображенням у 3D-графіці. Лівова частка процесу роботи OpenGL – це перетворення тривимірних координат точок у двовимірні для відображення на площині екрану. Цей процес керується графічним конвеєром OpenGL. Основними складовими конвеєра при реалізації моделей освітлення є вершинний і фрагментний шейдер, котрі програмуються вручну. Вхідними даними вершинного шейдера зазвичай є координати точки у просторі, нормаль, компоненти кольору і текстурні координати. Задача фрагментного шейдера – обчислення кольорів пікселів.

Є багато різновидів моделей освітлення, і, в загальному, їх можна поділити на дві категорії – фізично обґрунтовані моделі і емпіричні. Фізичні моделі намагаються відтворити властивості деякого реального матеріалу, враховують фізичні особливості поверхні матеріалу (вода, пісок), проте їх робота вимагає значних ресурсозатрат. Емпіричні моделі освітлення вибирають деякий набір параметрів, що не корелюються з реальними властивостями матеріалу і емпіричним методом підводять зовнішній вигляд об'єкту до необхідного (модель Фонга, Ламберта). Також моделі освітлення можна розділити на ізотропні та анізотропні (модель Варда, Орен-Найара). Ізотропними є ті моделі, котрі при повороті поверхні навколо вектора нормалі не змінюють освітлення в точці. Для ряду матеріалів така умова неможлива, наприклад, поверхня компакт-диску, тому для освітлення такого роду поверхонь використовують анізотропні моделі освітлення (Ашихміна-Ширлі, Міннеарта).

Матеріалом можна охарактеризувати набір параметрів, що описують реакцію об'єкту на освітлення. Базовий набір властивостей матеріалу складається з чотирьох компонентів: фонове освітлення (ambient light) – рівномірне освітлення кожного пікселя, що відноситься до об'єкту; дифузне освітлення (diffuse light) – направлене освітлення об'єкту від джерела світла; відблиск (specular) – імітує яскраву область світла у місці візуального віддзеркалення джерела світла від об'єкту; останнім компонентом є сила відблиску (shininess). Використовуючи різні комбінації цих компонентів можна штучно створювати візуальну схожість з різноманітними реальними матеріалами – дерево, метали, пластик, шкіра, тканини, тощо [1].

Освітлення в OpenGL базується на реалізації наближених до реальності, сильно спрощених фізичних та математичних моделях, що виглядають достатньо схожими з реальним освітленням, проте вимагають значно менших обчислювальних ресурсів. Ручна реалізація моделей освітлення ґрунтується на взаємодії налаштування вершинних і фрагментних шейдерів. Основний процес роботи процесу освітлення можна навести за

допомогою прикладу роботи розповсюджені моделі освітлення Фонга . Вона використовує базові компоненти матеріалів, про які було вказано вище.

Фонова компонента визначається вибором кольору фонового освітлення i_a , і множенням його значення на невелику константу k_a :

$$I_a = k_a \cdot i_a \quad (1)$$

Дифузне освітлення обчислюється наступним чином. Спершу визначається кут між вектором нормалі фрагменту і вектором напрямку від фрагменту на джерело світла – чим меншим є кут, тим інтенсивніше освітлюється фрагмент об'єкту. Обчислюється за формулою:

$$I_d = \cos(\vec{R}, \vec{V}) i_d = (\vec{R} \cdot \vec{V}) i_d \quad (2)$$

Для визначення компоненти відблисків необхідно знати позицію спостерігача (камери) відносно об'єкту. Також, необхідно визначити два вектори – віддзеркалений вектор напрямку світла відносно вектора нормалі і вектор напрямку на спостерігача. Вплив відблиску на колір об'єкту буде найбільш сильним, коли ці два вектори будуть співпадати, і навпаки, буде падати зі збільшенням кута між векторами. Також вибирається константна змінна – сила відблиску α (shininess). Зі збільшенням значення сили відблиску більше світла менше розсіюється і візуальний розмір відблиску стає меншим. Для обчислення інтенсивності відблиску задається середнє значення інтенсивності відблиску k_s . Компонента відблиску обчислюється за формулою:

$$I_s = k_s \cos^\alpha(\vec{R}, \vec{V}) i_s = k_s (\vec{R} \cdot \vec{V})^\alpha i_s \quad (3)$$

Результуючий колір фрагменту обчислюється за допомогою добутку між сумою усіх трьох компонентів фонового, дифузного освітлення, відблиску, і кольором об'єкту [1].

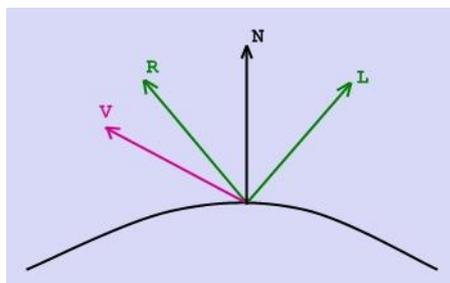


Рисунок 1 – Необхідні вектори для розрахунку освітлення за моделлю Фонга

Модель освітлення Блінна-Фонга з точки зору користувача майже нічим не відрізняється від моделі Фонга, проте ключова різниця між ними заключається в способі обчислення відблискової компоненти – замість досить складного обчислення віддзеркаленого вектора \vec{R} від вектора напрямку світла, обчислюється вектор \vec{H} , що є медіаною між векторами \vec{L} і \vec{V} (Рис.1): $H = \frac{L+V}{|L+V|}$, а отже компонента відблиску обчислюватиметься за формулою:

$$I_s = k_s \cos^\alpha(\vec{R}, \vec{V}) i_s = k_s (\vec{N} \cdot \vec{H})^\alpha i_s \quad (4)$$

Отже, реалізація системи освітлення матеріалів 3D-об'єктів є комплексною задачею з великою кількістю складових. І для вихідного продукту, що надаватиме можливість перегляду різноманітних 3D-об'єктів на сцені, котрий може бути як у вигляді звичайної комп'ютерної програми, так і у вигляді web-додатку, надзвичайно важливим є питання оптимізації – балансу між фотореалістичністю вихідного зображення і ресурсозатратами при обчисленні освітлення.

Перелік посилань:

1. OpenGL Programming Guide Eighth Edition / D.Shreiner, G. Sellers, J. Kessenich, B. Licea-Kane., 2013.
2. Dempski K. Advanced Lighting and Materials with Shaders / K. Dempski, E. Viale. – 2320 Los Rios Boulevard Plano, Texas 75074, 2005.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ДАНИХ КЛІЄНТА

В період активного розвитку діджиталізації, великі та успішні організації, зокрема і банківські установи, ставлять перед собою ціль впровадження автоматизації діяльності обслуговуючих банківських систем. Основною проблемою існуючих рішень є часткова або повна відсутність надання належного контролю при внесенні даних. При обслуговуванні клієнтів досить часто виникають випадки, коли клієнти не законним способом прагнуть скористатися банківськими послугами або працівник чи менеджер, який обслуговує клієнта, допускає помилку при проведенні ручної роботи, що значно збільшує ризик виникнення збою системи та втрати конфіденційності інформації.

Часто такі помилки виникають, коли менеджер, що обслуговує позичальника для оформлення споживчого кредиту в торгівельному магазині, через сконцентровану роботу з клієнтами чи постійне перевантаження, швидко втомлюється і подальше обслуговування клієнтів може призвести до внесення помилкових даних або без зосередженої пильності до документів, які надає клієнт. Більше того, є клієнти, які для своїх цілей пробують скористатися будь якою можливістю та надають підроблені документи, які, на жаль, немає можливості перевірити з реальними.

Прикладом такої системи є Message Passing Interface, базовим механізмом зв'язку якої є процес передачі та прийом повідомлень, які несуть в собі необхідні дані та додаткову інформацію, що дозволяє приймаючій стороні здійснювати їх вибірковий прийом. Ще однією існуючою системою є Hadoop. Вона складається з модулів, кожен з яких виконує певне завдання, важливе для комп'ютерної системи, призначеної для аналізу великих даних. Hadoop використовує модель програмування MapReduce для швидшого зберігання та отримання даних з його вузлів [1].

Розглядаючи архітектурну модель існуючих систем, клієнтський додаток працює на пряму з сервером через REST протокол, без використання проміжного BPM серверу. Таким чином, у випадку зміни версії програмного забезпечення на сервері, чи доопрацювання бізнес логіки процесу, додаток потребує оновлення на стороні клієнтського пристрою, а якщо такі оновлення є досить частими – це не відповідає правилам клієнтоорієнтованості.

Для вирішення такої проблеми створено автоматизований програмний продукт, який збирає та обробляє внесені дані з відповідним контролем та унеможливорює внесення некоректної інформації. Для прикладу: перевірка дати отримання паспорту клієнтом, вік якого не відповідає даті народження та досягнення 16-річного віку, або відхилення обробки даних у випадку відсутності оновленої фотографії при досягненні 25-річного віку.

Також запропонований варіант програмного забезпечення може мати функціонал, який отримує вже внесені раніше клієнтські дані з інших баз даних та з інших систем. Для прикладу, клієнт раніше обслуговувався у компанії-партнера, чи раніше вже був зареєстрованим та користувався банківськими послугами. При реалізованому функціоналу, обслуговування стає значно надійнішим, так як працівнику чи менеджеру відділення банку залишається лише перевірити інформацію, отриману з баз даних, з інформацією, що була пред'явлена клієнтом. Також не менш важливим є те, що це значно зменшить час обслуговування клієнта, збільшить продуктивність роботи та підвищить конкурентоспроможність компанії.

Першим кроком для реалізації такої системи була побудована архітектурна модель, яка передає внесену інформацію в бази даних по схемі, які обробляються в синхронному,

паралельному або асинхронному режимі.

Складною для розв'язання проблемою є також опис запрограмованої схеми. Так як схема може досить часто доповнюватися, змінюватися або, при впровадженні нових правил та перевірок, ставати не актуальною. Для вирішення таких проблем одним із прогресивних рішень була реалізація процесу за допомогою хмарної операційної системи Corezoid. Зручність використання такої системи полягає в тому, що розробка в ній є досить простою та гнучкою, а будь які доопрацювання здійснюються досить швидко та без збоїв системи. Таким чином клієнтський додаток, який використовує дану систему, не вимагатиме регулярних оновлень, що є досить практичним рішенням, якщо такий додаток використовується мобільним пристроєм чи персональним комп'ютером.

Передачу та отримання даних з інших баз даних було реалізовано на мові програмування Java, що зарекомендувала себе як надійний інструмент для розробки сучасного програмного забезпечення для різних платформ. Також великою перевагою обраної мови є те, що вона є об'єктно-орієнтованою, динамічною, масштабованою та наділена різноманітністю програмних засобів, одним з яких являється синхронність процесів.

Вибір правильних баз даних, в яких будуть зберігатися всі дані, являється також важливим аспектом при реалізації системи, так як такі бази повинні забезпечувати надійне зберігання та гарантувати повне виконання транзакцій інформації. Одними із таких баз являються реляційні бази даних PostgreSQL та не реляційні – MongoDB.

Зручність та надійність використання бази даних PostgreSQL полягає у її великій різноманітності функцій та можливостей, підтримкою складних структур даних та наявністю широкого спектру вбудованих і визначених користувачем типів даних. PostgreSQL дає свободу використовувати, модифікувати та впроваджувати відкритий код відповідно до бізнес-потреб та не вимагає високого рівня обслуговування та адміністрування. Вибір MongoDB має багато переваг у порівнянні з традиційними SQL рішеннями. Основні з них – це гнучкість схеми даних, висока масштабованість та легкість у використанні [2].

Для надійної реалізації асинхронного процесу передачі даних використовується брокер повідомлень – RabbitMQ. Така інтеграція дозволить уникнути проблеми збільшення навантаження і масштабування на сторону платформи відправлення повідомлень і, таким чином, дасть можливість приділити більше уваги розробці нового та універсального функціоналу [3]. Ці переваги зроблять наш продукт більш удосконаленим та оптимізованим, оскільки мають велику кількість клієнтських бібліотек, які дозволяють інтегрувати його практично з будь якою платформою клієнтської програми.

Для користування даним продуктом реалізовано мобільний додаток на платформах IOS та Android. Створення функціоналу на мобільних пристроях являється широко популярним підходом, оскільки нинішні пристрої дозволяють мати розширений доступ до сучасних додатків та послуг, і продуктивність та можливості використання нічим не поступаються персональним комп'ютерам. Реалізуючи мобільний додаток, ми слідували принципу, що додаток повинен мати лаконічний та простий інтерфейс, який, в свою чергу, буде легкий і зручний при користуванні, і водночас міститиме весь основний функціонал для можливості проведення операцій з клієнтом. Це дозволить значно зменшити час, оптимізувати та покращити комунікацію при обслуговуванні клієнтів.

Перелік посилань:

1. What is Hadoop? Components of Hadoop and Its Uses [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.simplilearn.com/tutorials/hadoop-tutorial/what-is-hadoop>.
2. Banker K. MongoDB in action / K. Banker. – NY : Manning, 2012. – 288 p.
3. Boschi S. RabbitMQ Cookbook / S. Boschi, G. Santomaglio, – Birmingham : Packt Publishing, 2013. – 288 p.

СИСТЕМА АВТЕНТИФІКАЦІЇ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ АКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ

Ми стикаємося з аутентифікацією досить часто: на роботі, при перегляді сайтів, при користуванні своїм смартфоном, коли ми використовуємо ім'я користувача та пароль для входу до комп'ютера чи веб-сайта, ми використовуємо один фактор – це знання пароля. Коли ми вводимо PIN-код і знімаємо гроші з банкомату, ми використовуємо два фактори – володіння картою банку і знання пін коду. Багато людей не виходять за межі використання цих двох факторів у своєму повсякденному житті. Для тих із нас, хто має доступ до більш захищених об'єктів, таких як центри обробки даних, фінансові або військові установи, ми можемо побачити більше розвинутих методів аутентифікації.

Незважаючи на відомі проблеми безпеки з використанням статичних паролів, вони досі залишаються найпопулярнішим методом аутентифікації користувачів. Одним з першорядних завдань для власників веб-проектів є комплекс технічних і організаційних заходів, які об'єднані спільною концепцією безпеки і дозволяють значно розширити поняття захищеності та реакції веб-застосунків на загрози. У зв'язку зі зростаючою роллю інформаційно-комунікаційних технологій у сучасному суспільстві проблема захисту даних від втрати, викрадення, спотворення або пошкодження даних потребує посиленої уваги [1]. Вирішення цієї проблеми сприяє забезпеченню інформаційної безпеки як окремої особистості, організації, так і всієї держави. Інформаційна безпека означає стан захищеності систем передавання, опрацювання та зберігання даних, при якому забезпечено конфіденційність, доступність і цілісність даних. Також під інформаційною безпекою розуміють комплекс заходів, спрямованих на забезпечення захищеності даних від несанкціонованого доступу, використання, оприлюднення, внесення змін чи знищення. Атаки грубою силою та перебір за словником на створені користувачем паролі часто можливі завдяки їх обмеженій ентропії. За даними Ashley Vance, 20% усіх існуючих паролів охоплені переліком лише 5000 комбінацій. Тому, задля підвищення безпеки частою вимогою є певні правила до формування пароля, вимагаючи, наприклад, певної мінімальної кількості символів, включення специфічних символів, окрім буквено-цифрових. Це часто створює небажаний конфлікт між безпекою та зручністю використання, як це підкреслюється в контексті вибору пароля, управління ними та його складу – досить часто через всі ці обмеження користувачі обирають самий простий пароль, який задовольняє такі вимоги. Багатофакторна аутентифікація з'явилася як альтернативний спосіб поліпшення безпеки, вимагаючи від користувача надати більше, ніж один фактор аутентифікації, на відміну від пароля.

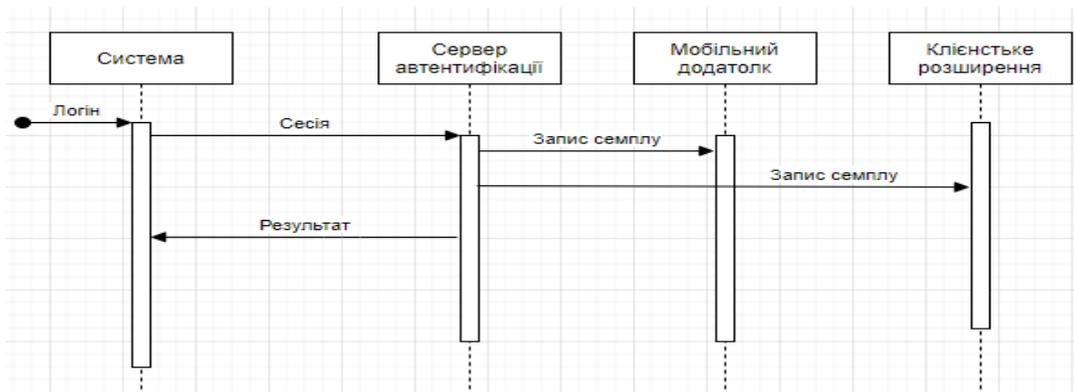


Рисунок 1 – Функціональна схема системи

Двофакторна аутентифікація (ТФА) все частіше використовується для захисту та ідентифікації користувача. Двофакторна аутентифікація працює як додатковий крок у процесі аутентифікації, другий рівень захисту, який дає змогу відрізнити користувача від злоумисника. Зі збільшенням кіберзлочинів з кожним роком все більше і більше підприємств (починаючи від фінансових установ до роздрібної торгівлі (Amazon, eBay, Apple) впроваджують ТФА як спосіб забезпечення довіри користувачів до своїх систем, що, в свою чергу, зменшує ризик будь-яких злоумисних користувачів від проникнення в їхні системи. Одними з основних алгоритмів двофакторної авторизації є HOTP (HMAC-Based One-Time Password Algorithm) та TOTP (Time-Based One-Time Password Algorithm).

Запропонована система (рис.1) для підтвердження авторизації використовує аналіз звукового фону. Робоча станція і клієнтський додаток при спробі входу до системи будуть записувати короткий тестовий відрізок, а сервер автентифікації за результатом порівняння цих відрізків створює сесію.

Перелік посилань:

1. A. Vance. If your password is 123456, just make it hackme. New York Times [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.nytimes.com/2010/01/21/technology/21password.html>

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОХИБКИ ІНТЕРПОЛЯЦІЙНОЇ ФУНКЦІЇ ГАУСА ЗІ ЗМІННИМ КРОКОМ

Зазвичай у дослідженнях, пов'язаних з методами інтерполяції, використовують постійний крок між базисними точками інтерполяції. Отримані результати з таким кроком є досить неоднозначними, адже не для всіх кривих підходить постійний крок. Якщо крива, яку потрібно проінтерполювати, в силу своєї неоднорідності за напрямом повинна мати більше точок на початку, та менше у кінці, то, для отримання більш точної картини, інтерполяцію необхідно проводити зі змінним кроком, або з автоматичним підбором кроку.

У випадку постійного кроку при невеликій кількості вузлів класичні методи інтерполяції, такі як метод кусково-лінійної інтерполяції або Лагранжа, мають невелику похибку, проте у випадку із змінним кроком, поліном Лагранжа використовувати недоцільно, тому що наявність осциляцій може повністю нівелювати результат обчислень [1]. Досліджуючи метод на основі параметричної функції Гауса [2] із змінним кроком отримано більш точні результати. Для цього було проведено ряд експериментів, у яких для інтерполяції елементарних математичних функцій був використаний крок, який залежить від деякої функції, а саме x змінювався таким чином, що кожен наступний крок вдвічі більший за попередній. Розглянемо це на прикладі чотирьох точок (рис. 1).

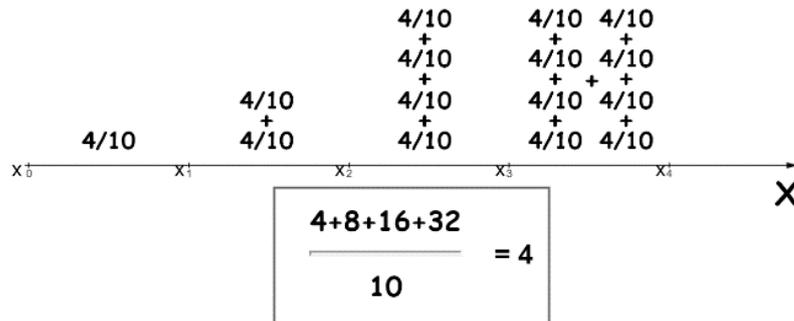


Рисунок 1 — Розподіл кроків для чотирьох вузлів

З рисунку 1 виведемо формулу, що дозволить розрахувати крок для будь-якої точки інтерполяції:

$$step_i = \frac{i}{0} \frac{x_{\max} - x_{\min}}{\left(\sum_{h=1}^N h \right)}$$

де $step_i$ — крок інтерполяції, $i \in [1, N]$,

N — кількість точок інтерполяції

x_{\max}, x_{\min} — максимальне та мінімальне значення аргумента x .

Для прикладу візьмемо функцію $y = \frac{1}{x}$, для побудови якої зазвичай необхідно

збільшити кількість точок у місці згину та зменшити по краях, і проведемо інтерполяцію вище згаданими методами (рис. 2.). Кількість базисних точок візьмемо 15.

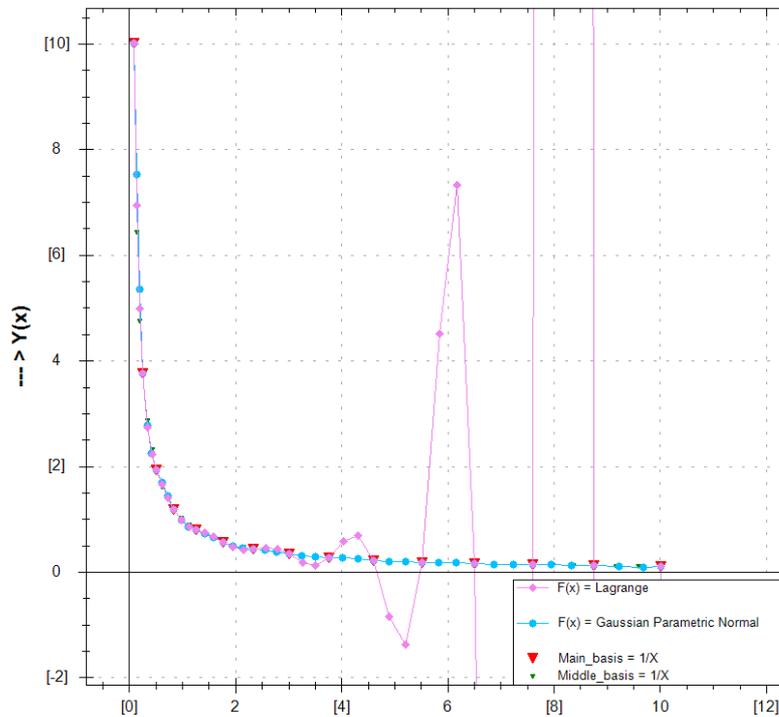


Рисунок 2 — Інтерполяція функції $y = \frac{1}{x}$ зі змінним нелінійним кроком

На рисунку 2 можна побачити, що спочатку обидва інтерполяційні поліноми ведуть себе досить однаково, проте, коли кількість базисних точок зростає за 9, а крок суттєво збільшився, то метод Лагранжа дає помітні осциляції на відміну від параметричного методу Гауса, інтерполяційний поліном якого точно слідує заданій функції.

Отже, можна зробити висновок, що параметрична Гаус функція підходить для інтерполяції зі змінним кроком, на відміну від методу Лагранжа.

Перелік посилань:

1. Бадаєв Ю.І. Реалізація інтерполяційного методу Гаус-функції та порівняльний аналіз [Текст] / Ю.І. Бадаєв, Ю.В. Сидоренко // Прикладна геометрія та інженерна графіка — К.:КДТУБА, 1998, вип.63 — С.33-37.
2. Сидоренко Ю.В., Комп'ютерна реалізація різних способів параметризації інтерполяційної функції Гауса / Ю.В. Сидоренко, А.В. Сацкова // Прикладна геометрія та інженерна графіка — К.:КДТУБА, 2003, вип.72 — С.63-67.

УНІВЕРСАЛЬНИЙ ПАРСЕР ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ SQL-ЗАПИТУ В ЗАПИТ MONGODB

У сучасному світі є безліч технологій, які не тільки змінюються, а й примножуються по експотенційній кривій, тому обрати якесь конкретне рішення для бажаного програмного продукту на декілька десятиліть неможливо.

Одними з найпопулярніших баз даних є SQL бази, такі як: MySQL, PostgreSQL, OracleDB, які на сучасному етапі реалізовані у багатьох системах, найбільш відомі з них:

1. Uber – додаток для пошуку, виклику та оплати таксі;
2. Airbnb – платформа для розміщення та пошуку житла;
3. Netflix – постачальник фільмів та серіалів;
4. Pinterest – фотохостинг, що дозволяє обмінюватися зображеннями ;
5. Shopify – компанія, яка займається розробкою інтернет-магазинів;
6. Amazon – платформа продажу електронної комерції;
7. Twitter – соціальна мережа для обміну інформацією;
8. Udemu – платформа для навчання онлайн.

Одним з недоліків їх використання, якщо є великий обсяг даних при обмеженості ресурсів, є незадовільна швидкість обробки інформації та проблеми з масштабування даних [1]. Для позбавлення від цієї проблеми необхідно перейти до нереляційних баз даних.

Після огляду існуючих нереляційних баз даних, було прийнято рішення застосувати MongoDB, тому що це база документів, в якій одна колекція містить різні частини, де кількість полів, зміст і розмір можуть відрізнятися. Також ця база даних має широкі можливості запитів. MongoDB підтримує динамічні запити в документах з використанням мови запитів на основі документів. Найбільшою перевагою цієї бази даних є спосіб збереження. Вона дозволяє містити дані так, щоб їх було легше зрозуміти або наблизити до того, як дані використовуються програмами [2].

Крім того, схеми багатьох баз даних NoSQL, включаючи MongoDB, є гнучкими і контролюються розробниками, що полегшує адаптацію бази даних до нових форм даних [3]. Це усуває проблемні місця у процесі розробки, пов'язані з проханням переробити базу даних SQL. За допомогою сховищ ключ-значення та орієнтовані на стовпці нові значення та нові стовпці можна додавати без порушення поточної структури. У відповідь на нові види даних розробники баз даних графіків додають вузли з новими властивостями та дуги з новими значеннями.

Масштабована архітектура, що використовується в MongoDB, не тільки забезпечує чіткий шлях до масштабування для розміщення величезних наборів даних та великих обсягів трафіку. Надання бази даних за допомогою кластера комп'ютерів також дозволяє базі даних автоматично розширювати та скорочувати потужність [4].

Метою даної роботи є розробка алгоритму для перетворення SQL-запитів в запити MongoDB.

Вирішення даної проблеми можна поділити на три етапи (рис.1):

- 1) синтаксичний аналіз sql-запиту;
- 2) створення відповідностей між структурами запитів;
- 3) відтворення запиту в no-SQL структуру.

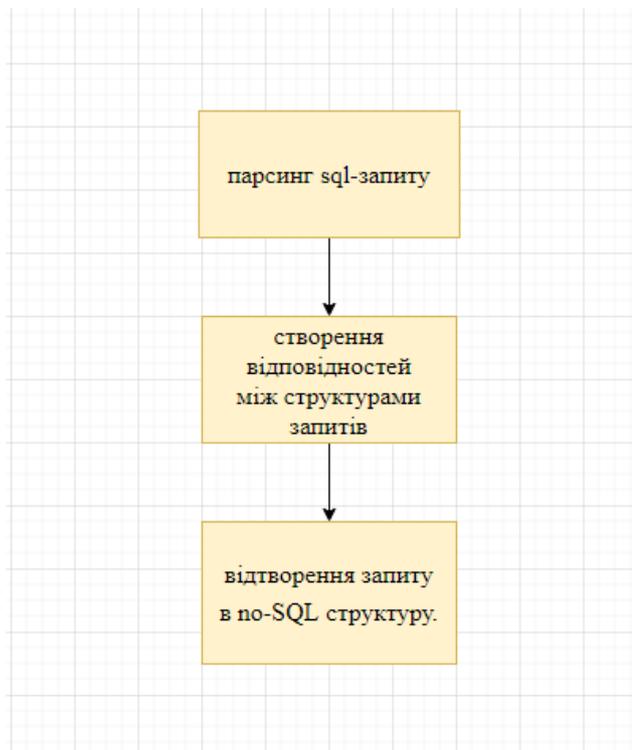


Рисунок 1 – Алгоритм синтаксичного аналізатора.

Для першого етапу будуть використовуватись два частих поняття, такі як синтаксичний аналіз та запит. Синтаксичний аналіз - це процес аналізу вхідної послідовності символів, з метою розбору граматичної структури згідно із заданою формальною граматику. Запит - це формулювання своєї інформаційної потреби користувачем деякої бази даних або інформаційної системи, наприклад, пошукової системи. На цьому етапі sql-запит перетворюється в структуру, яка відображає усі можливі частини, що його складають, саме цей процес називається аналізом.

Другий етап супроводжується розбором синтаксису SQL та no-SQL і створенням таблиці відповідностей між ними, яка дає можливість генерувати структуру нового запиту відповідно до його особливостей.

Третій етап полягає у відтворенні істинного no-SQL запиту відповідно до згенерованої таблиці.

Отже, даний синтаксичний аналізатор дає можливість швидко перейти від структури реляційної бази даних MySQL до нереляційної MongoDB та виконувати відповідні запити в згенерованій структурі. Це вирішить проблему швидкості обробки інформації та масштабування даних при їх великому обсязі та обмеженості ресурсів.

Перелік посилань:

1. Understanding SQL Application [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.experfy.com/blog/bigdata-cloud/understanding-sqls-application-in-data-science-a-deep-dive/>.
2. Advantages of NoSQL Databases [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mongodb.com/nosql-explained/advantages>.
3. Advantages of MongoDB [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.studytonight.com/mongodb/advantages-of-mongodb>.
4. ALL ABOUT MONGODB: THE NOSQL DATABASE [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://acodez.in/mongodb-nosql-database/>.

СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ В СКЛАДІ МІКРОЕНЕРГОСТАНЦІЇ

Наразі, питання енергозабезпечення в Україні є досить актуальним. Значною є проблема забезпечення країни твердим паливом для потреб ТЕС та ТЕЦ [1]. Також значною мірою збільшилась частка імпортованої енергії з сусідніх країн: Угорщина, Словаччина, Румунія, Білорусь [2]. Збільшення витрат бюджету на імпорт як ресурсів для електрозабезпечення, так і самої електроенергії призводить до підвищення тарифів на послуги електропостачання для населення [3]. Складно спрогнозувати динаміку цін у майбутньому, тому все частіше люди шукають способи заощадити кошти.

Все більше і більше людей переходять на альтернативні джерела енергії для власного використання, такі як сонячна та вітрова енергії [4]. Їх перевагами є незалежність від ситуації на ринку електроенергії. Також відсутня необхідність підключатися до електромережі у випадках, якщо це викликає труднощі або потребує додаткових витрат. Ще одним фактором є існування в Україні «Зеленого тарифу». Він дозволяє приватним домогосподарствам продавати надлишки виробленої й сонячного випромінювання та/або вітру енергії за вищою ціною, ніж ринкова. Відповідно до закону України «Про електроенергетику», вартість такої енергії прив'язана до євро та не потребує спеціальних ліцензій, якщо видобуток здійснюється приватними домогосподарствами [5].

Серед двох альтернатив: сонячною енергією та вітровою, мною була обрана на розгляд сонячна, бо вона має достатню (в додачу до наведених вище) кількість переваг. Термін їх зберігання та роботи досить високий і може вимірюватися десятками років. Більшість моделей має гарантію понад 25 років, при незначній втраті потужності. Одною з причин цього є відсутність рухомих частин, які б потребували б заміни, а також їх відсутність дає змогу панелям працювати безшумно. Така перевага, як безшумність, на відміну від вітряків, дозволяє встановлювати сонячні батареї на дахах будинків без додаткових незручностей. Окрім, відсутності звукового забруднення, перевагою сонячних панелей є відсутність впливу на середовище (як, наприклад, викиди шкідливих речовин). Також саму кількість згенерованої енергії можна передбачити, бо він залежить від циклу дня і ночі, тривалості сонячного дня та клімату місцевості. Але, щоб інвестиції в обладнання окупилися, потрібно спрогнозувати кількість електроенергії, необхідної для забезпечення потреб домогосподарства.

Метою даної роботи є створення програмного засобу, який, використовуючи дані про геолокацію, кількість сонячних днів, клімат місцевості та потреби будинку, на основі наявних електроприладів, вираховує значення профіциту та дефіциту енергії в визначенні моменти часу. Оскільки дані о тривалості освітлення та його інтенсивності можна вважати надійними, то джерелом невизначеності є погода в визначений момент часу, яка буде прогнозуватися за допомогою інформації о кліматі. Також користувач зможе обрати перелік пристроїв, які плануються під'єднати до мережі, та побачити, які саме характеристики вони мають. При відсутності деяких приладів, їх можливо буде додати самостійно.

Дана інформація слугує основою для визначення характеристик обладнання, що задовольнить потреби власника. Кількість енергії, яка потрібна для забезпечення території протягом доби (умовно кВт·день), використовується для вибору сонячних батарей. Ці дані також використовується для визначення ємності акумуляторних батарей, так, щоб зібрати достатню кількість енергії для забезпечити дому світлом в період, коли вона не генерується. І ще одним важливим приладом є інвертор – прилад, що перетворює

постійний струм від сонячних батарей у змінний, який використовується у мережах з напругою 220В або 380В. Його характеристики визначаються максимальною потужністю яку може потребувати система. Наступні прилади: лампочки, зарядні пристрої телефонів та ноутбуків потребують невеликого значення потужності інвертора та споживають незначну кількість енергії (енергоощадні лампи потребують 15 - 50В, зарядні пристрої - 10В, ноутбук – 50 В). Холодильники, кондиціонери та телевізори потребують більшої потужності (150 - 250В), але незважаючи на постійне підключення до мережі, вони більшу частину часу неактивні, тому не потребують надто багато енергії. Найбільше навантаження на систему створює велика побутова техніка та нагрівачі. Праска або електричний чайник потребують потужності понад 2 кВт, що потребує потужного інвертора, а одночасної роботи декількох таких приладів система може і не витримати. На підставі цих даних планується створення графіку, який продемонструє пікові значення потужностей необхідних системі, та рекомендацій, щодо зміни часу роботи деяких приладів (наприклад підігрів води бойлером у час з мінімальним навантаженням на систему).

Передбачається, що даний програмний продукт буде корисний для власників літніх будинків, дач та садиб, адже сонячні батареї найефективніше саме у період весна-літо. Також можлива інтеграція з іншими джерелами енергії, як вітрогенератор, для отримання енергії взимку, або підключення до електромережі та використання власної мікроенергостанції для зменшення оплати за електроенергію.

Перелік посилань:

1. nerc.gov.ua/?news=11181
2. ua.energy/category/analytika/
3. nerc.gov.ua/?id=15006
4. saee.gov.ua/sites/default/files/2018_19_report_07_02_2019.pdf
5. zakon.rada.gov.ua/laws/show/514-19#Text

FIREBASE: ПЛАТФОРМА РОЗРОБКИ ДОДАТКІВ

Firebase - це платформа розробки додатків з величезним функціоналом [1], [2]. Починалася вона як стартап, а сьогодні її використовують при розробці кращих кроссплатформних додатків. Головне достоїнство платформи в тому, що вона дозволяє розробнику не відволікатися на створення бекенд, тобто прихованої від користувача програмної частини проекту, наприклад, серверного коду. І це спрощує і прискорює створення додатків, дає можливість повністю зосередитися саме на UX / UI, тобто, на призначеному для користувача інтерфейсі і досвіді. Firebase - це одне з BaaS-рішень (Backend as a Service), яке дає розробнику масу можливостей. Це і сервер, і база даних, і хостинг, і аутентифікація в одній платформі. Так, Firebase Realtime Database надає розробникам API, який синхронізує дані додатки між клієнтами і зберігає їх в хмарному сховищі. Додаток підключається до бази даних через WebSocket, який відповідає за синхронізацію даних протягом усього сеансу.

Також Firebase виступає в якості сховища файлів. Firebase Storage забезпечує надійну завантаження і вивантаження файлів для додатка. Хмарне зберігання файлів відео, аудіо або будь-якого іншого типу підтримується Google Cloud Storage. Вміст хмарного сховища надійно захищене власною системою безпеки.

Створювати систему аутентифікації кожен раз з нуля досить затратно, причому витрати ці найчастіше не виправдані. Чи впорається з більшістю викликів дозволяє система аутентифікації Firebase Auth, в якій можлива аутентифікація користувача додатки по паролю і електронній пошті. Підтримує Firebase Auth також відкритий протокол авторизації OAuth 2.0, який використовується Google, Twitter, Facebook. Система аутентифікації Firebase інтегрується безпосередньо в базу даних.

Статичні файли програми розміщуються на хостингу Firebase. Підтримується хостинг файлів JavaScript, HTML, CSS та інших. Через Cloud Functions реалізована динамічна підтримка Node.js. Передача файлів здійснюється через мережу доставки контенту з використанням захищених протоколів SSL і HTTPS.

Кроссплатформне рішення Firebase Messaging дозволяє відправляти повідомлення на пристрої користувачів програми. Повідомлення можуть бути відправлені на пристрої будь-якого типу, в тому числі на ПК - як на окремі, так і на групи або на всі пристрої, на яких встановлено додаток. Також рішення підтримує можливість відправки повідомлень навіть в окремих темах. Рішення легко масштабується і дозволяє розсилати величезна кількість повідомлень в гранично короткі терміни або кастомізувати відправку повідомлень, наприклад, з урахуванням часового поясу одержувача.

Використання платформи дозволяє скоротити час, необхідний для розробки - а також скоротити час завантаження програми і підвищити охоплення. Переваги платформи Firebase в вашому додатку:

- висока швидкість роботи програми;
- надійна інфраструктура - відсутність збоїв в роботі;
- зручна статистика, що дозволяє отримувати дані про дії користувачів і підтримувати зворотний зв'язок;

- кроссплатформленість - програма створена один раз і налаштоване для роботи з усіма операційними системами;
- проста масштабованість - зростання кількості користувачів не потребують змін у серверному коді.

Безсерверні програми

Хмарні функції. Це ще одна інтеграція існуючого продукту Google у Firebase. Це інструмент для запуску внутрішнього коду з хмари на основі подій. Те, як Cloud Functions пропонує запустити програму, називається безсерверною архітектурою. Цей тип архітектури означає створення додатків як сукупності окремих функцій, ізольованих у хмарі та пов'язаних між собою за допомогою API. Цей тип архітектури додатків став дедалі популярнішим кілька років тому, тому ви можете розглядати Google як одного з основних безсерверних постачальників.

Можливості машинного навчання

ML Kit. Наразі цей продукт знаходиться в бета-версії, але насправді він надає можливості машинного навчання для ваших мобільних додатків (Android та iOS). Як пропонується на сторінці продукту, ML Kit розроблений для найбільш поширених випадків використання, які ви можете зустріти у продуктах Google (наприклад, об'єктив Google). Подумайте про сканування штрих-коду, розпізнавання обличчя, маркування зображень / розпізнавання, розпізнавання тексту, сканування штрих-коду тощо. ML Kit пропонується як для хмарного, так і для використання на пристрої за допомогою спеціальних API.

Послуги тестування Firebase

Test Lab - це послуга, яка забезпечує доступ до віртуального та фізичного пристроїв для тестування вашого додатка в реальному середовищі. Його можна інтегрувати в існуюче середовище тестування, як Android Studio, або інструменти тестування браузера. Test Lab надасть вам звіти про збої, знімки екрана як результати тесту. Якщо у вас немає тестів, є навіть бот, здатний сканувати ваш додаток, знаходити помилки та надавати звіти. Недоліком є те, що Test Lab не інтегрується з інструментами тестування iOS. Але, привіт, його Google.

Crashlytics - це інструмент звітування про збої в реальному часі для швидкого та безболісного усунення несправностей стабільності вашого додатка. Звіти про збої будуть сформовані у структуровані та визначені за пріоритетами списки питань, що відповідають кореню проблеми, тому процес організації виправлення легко організувати.

Підсумовуючи, скажемо, що використання платформи Firebase і її окремих функцій дозволяють нам зосередитися виключно на те, як ваш додаток буде виглядати і наскільки зручним буде його використання.

Перелік посилань:

1. <https://www.altexsoft.com/blog/firebase-review-pros-cons-alternatives/>
2. <https://avada-media.ua/services/firebase/>

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ СКЛАДУ ПЕВНОГО КОНТИНГЕНТУ

Сьогодні важливим аспектом різноманітних сфер є вміння правильно аналізувати контингент. В залежності від сфери застосування даний аналіз може використовуватись для різних цілей. В сфері обслуговування вивчення контингенту клієнтів надає змогу правильно продумати надання послуг та створити розумний підхід до маркетингової складової. Аналіз контингенту населення держави дозволяє якомога чіткіше знаходити рішення багатьом державним питанням, одним із яких являється організація державних свят та вихідних. В вищих навчальних закладах такий аналіз складу студентів впливає на організацію навчального-виховного процесу.

Багато існуючих інформаційних систем різних компаній та структур потребують можливості комплексного аналізу складу свого контингенту. В зв'язку зі складністю інтегрування таких можливостей у тисячі вже існуючих систем, з'являється потреба у окремому програмному продукту з відповідним функціоналом. При пошуку існуючих програмних рішень та систем було виявлено, що існують лише вузько спрямовані програми та модулі деяких систем, більшість з яких не являються вільними у доступі. Станом на сьогодні нами не було знайдено жодних безкоштовних комплексних рішень створених для аналізу складу контингенту, саме тому було прийнято рішення створити програмне забезпечення, яке буде відповідати наступним критеріям:

- наявність вільного доступу до повного функціоналу системи;
- зручність у використанні;
- зрозумілий для користувачів інтерфейс;
- швидкість у виконанні;
- наявність захисту від некоректного вводу даних.

Функціонал даного програмного забезпечення повинен включати в себе наступні можливості та рішення:

- створення нових таблиць з даними про контингент;
- заповнення таблиці інформацією щодо контингенту;
- збереження таблиць у загальній базі даних;
- перегляд вже існуючих таблиць з бази даних;
- редагування інформації у існуючих таблицях;
- виведення комплексного аналізу складу контингенту по обраній таблиці.

Виходячи з аналізу необхідного функціоналу програмного забезпечення, було вирішено розробити систему мовою програмування C# використовуючи можливості Windows Forms [1], а для роботи з даними була обрана система керування реляційними базами даних MySQL [2].

На роль мови програмування для створення системи було обрано C# в зв'язку з великим рядом переваг, серед яких можна виділити декілька основних:

- справжня об'єктна орієнтованість;
- компонентно-орієнтоване програмування;
- безпечний (у порівнянні з мовами C і C++) код;
- відносна швидкість;
- уніфікована система типізації.

Windows Forms - це безкоштовна графічна бібліотека класів із відкритим кодом (GUI), що відповідає за графічний інтерфейс користувача, є частиною Microsoft.NET Framework і спрощує доступ до елементів інтерфейсу Microsoft Windows. Наш вибір був

обумовлений легкістю у використанні цієї бібліотеки та її доступністю. Інтерфейс користувача буду створений саме за допомогою Windows Forms.

MySQL — вільна система керування реляційними базами даних. Ця система керування базами даних (СКБД) з відкритим кодом була створена як альтернатива комерційним системам. MySQL надає багатий набір функціональних можливостей, які підтримують безпечне середовище для зберігання, обслуговування і отримання даних. Основні переваги обраної СКБД:

- масштабованість. Може підтримувати роботу БД значних розмірів;
- переносність. Працює на різних платформах;
- зв'язаність. Має мережеву структуру. До MySQL можна одержувати доступ кільком користувачам одночасно;
- безпека. Має систему контролю доступу до даних, забезпечує шифрування даних при передаванні;
- швидкість функціонування;
- зручність експлуатації. Досить зручно встановлюється та реалізується, легко адмініструється;
- відкритий код.

Результатом упровадження створеної програми стане можливість якісного та комплексного аналізу складу контингенту за різними напрямками. Для нашого університету аналіз контингенту студентів надасть можливість покращити організацію навчального-виховного процесу, ходу та напрямків навчання. Вивчення контингенту абітурієнтів дозволить краще формувати групи та визначати зручну форму навчання.

Перелік посилань:

1. Нойес Брайан Привязка данных в Windows Forms. Москва: Бином-Пресс, 2009. 632 с.
2. Бэрон Шварц, Пётр Зайцев, Вадим Ткаченко MySQL по максимуму. 3 изд. Санкт-Петербург: Питер, 2020. 864 с.

MONGO DB - СИСТЕМА КЕРУВАННЯ БАЗАМИ ДАНИХ

MongoDB – документо-орієнтовна система керування базами даних з відкритим вихідним кодом, яка не потребує опису схеми таблиць [1], [2]. MongoDB займає нішу між швидкими і масштабованими системами, які оперують даними у форматі ключ-значення, та реляційними СКБД, які є зручними при формуванні запитів.

MongoDB підтримує зберігання документів в JSON-подібному форматі, має гнучку мову формування запитів, може створювати унікальні індекси для різних збережених атрибутів, ефективно забезпечує зберігання великих бінарних об'єктів, підтримує журналювання операцій, парадигму Map/Reduce, реплікацію, побудову відмовостійких конфігурацій.

Основні можливості MongoDB:

- документо-орієнтовне сховище;
- досить гнучка мова формування запитів;
- повна підтримка індексів;
- профілювання запитів;
- швидкі оновлення «на місці»;
- ефективне зберігання бінарних даних великих обсягів;
- журналювання операцій;
- підтримка відмовостійкості;
- можливість масштабування;
- асинхронна реплікація;
- набір реплік, шардінг;
- підтримка парадигми Map/Reduce.

Простота в використанні

Відсутність жорсткої схеми бази даних і в зв'язку з цим потреби при щонайменшій зміні концепції зберігання даних знову створювати цю схему значно полегшують роботу з базами даних MongoDB і подальшим їх масштабуванням. Крім того, економиться час розробників.

Формат даних в MongoDB

Одним з популярних стандартів обміну даними та їх зберігання є JSON (JavaScript Object Notation). JSON ефективно описує складні за структурою дані. Спосіб зберігання даних в MongoDB в цьому плані схожий на JSON, хоча формально JSON не використовується. Для зберігання в MongoDB застосовується формат, який називається BSON (Бісон) або скорочення від binary JSON.

Колекції

Якщо в традиційному світі SQL є таблиці, то в світі MongoDB є колекції. І якщо в реляційних БД таблиці зберігають однотипні жорстко структуровані об'єкти, то в колекції можуть містити найрізноманітніші об'єкти, що мають різну структуру і різний набір властивостей.

Реплікація

Система зберігання даних в MongoDB представляє набір реплік. У цьому наборі є основний вузол, а також може бути набір вторинних вузлів. Всі вторинні вузли зберігають цілісність і автоматично оновлюються разом з оновленням головного вузла. І якщо основний вузол з якихось причин виходить з ладу, то один з вторинних вузлів стає головним.

Підсумовуючи, скажемо, що використання бази даних Mongo DB дозволяє розробнику швидко отримувати дані. Головними перевагами є – відсутність схеми та складних JOIN запитів, дуже зрозуміла схема кожного об'єкту та підтримка динамічних запитів документів.

Перелік посилань:

1. <https://metanit.com/nosql/mongodb/1.1.php>
2. <http://coldfox.ru/article/5be022d49227d914a1c83fe3/%D0%9F%D0%BE%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BD%D0%BE%D0%B5%D1%80%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE-%D0%BF%D0%BE-MongoDB-Mongoose>

УДК 004.054

Студент 4 курсу, гр. ТР-71 Редько В. І.
Проф., д.т.н. Аушева Н.М.

СИСТЕМА ЗБОРУ АНАЛІТИКИ ПРОЕКТУ ДЛЯ РОЗРОБНИКІВ ІГОР

В одній з найбільш швидко розвиваються галузей мультимедійних розваг дуже важливо мати уявлення про швидкозмінні інтереси користувачів і володіти конфіденційною інформацією, що дозволяє зберігати унікальність продукту.

Ігрові студії часто використовують аналітику, як перший крок до створення нових проектів. Більш того, будь-які рішення щодо розвитку вже випущених ігор будуються на основі аналізу даних. Але одним з головних досягнень стала система на основі збору аналітики - сегментація користувачів, яка є найбільш успішним підходом до торгівлі внутрішньоігровими предметами. Сегментація гравців - умовний поділ користувачів, в залежності від їх внутрішньоігрових покупок, яке дозволяє створювати унікальні пропозиції для певних категорій гравців [1].

Більшість готових рішень для мобільного ринку дозволяють збирати базову інформацію про користувачів:

- Retention – утримання користувача
- Conversion - метрика, що описує другий крок потенційного користувача: від кліка по рекламному креативу до установки.
- LTV (life time value) - довічна цінність користувача
- CPI (cost per install) - вартість за установку. Ця метрика показує, скільки було витрачено на залучення одного гравця, за допомогою реклами
- DAU (daily active users) - середня кількість щоденних активних користувачів.

Хоча ці метрики є всього невеликим відсотком функціоналу аналітичних систем, вони дозволяють вирішувати більшість проблем геймдизайнерів. Однак, для ведення успішного проекту тільки цих метрик недостатньо. Мета розробника - максимізувати прибуток і найчастіше важливо знати метрики не всього проекту, а конкретної механіки, щоб розуміти, чому вона подобається, або не подобається користувачам. Такий підхід до аналізу механік монетизації дозволяє розробляти їх незалежно від проекту, що значно скорочує час розробки майбутніх додатків, за рахунок повторного використання вже готових рішень [2].

Як було сказано раніше, аналогів системи багато. Наприклад, Google або Apple пропонує вбудовану аналітику для додатків завантажуються в Google Play або AppStore, проте зібрані дані дуже обмежені.

	Metrics	Funnels	Segmentation	Traffic Analysis	Push-notifications	Game Metrics	Accuracy	1'000 MAU	10'000 MAU	100'000 MAU
Mixpanel	+	+	+	+	+	-	+	Free	\$350	\$2000
Localytics	+	+	+	+	+	-	+	Free	\$200 or \$400	\$120 and more
Flurry	± No financial metrics	± limitations	± limitations	+	-	-	-	Free	Free	Free
devtodev	+	±	+	+	+	+	+	\$5	\$50	\$500
deltaDNA	+	+	+	+	+	+	+	Free	free or \$150 (if MAU >10k)	\$1350 and more
GameAnalytics	+	+	± limitations	+	-	-	-	Free	Free	Free

Рисунок 1 - Таблиця порівняння систем аналітики

На відміну від аналітичної системи Google, такі сервіси як Devtodev, MixPanel,

GameAnalytics можуть збирати не тільки базові дані, але і дозволяють створювати користувачеві власні події, які потрібно відстежувати. Ці ж сервіси можуть сегментувати користувачів за різними параметрами, що дає можливість налаштовувати гру під конкретну аудиторію. Також, однією з додаткових фіч цих систем є менеджмент Push-повідомлень, які дозволяють збільшити утримання користувачів в проекті, підвищуючи прибуток десь на 10-20 відсотків.

Якщо більшістю свого функціоналу системи схожі, то вибір розробників падає на ту систему, яка в першу чергу дешевше, а по-друге - легше інтегрується в проект. Більшість систем надає безкоштовний доступ до аналітики, якщо у вашої програми менше ніж 1000 активних користувачів на місяць, однак починаючи з 10000 користувачів, розробникам доведеться платити в районі 250 доларів на місяць, і з кількістю користувачів ціна тільки зростає [3].

Відокремлено існує аналітична система sensortower. Вона дозволяє не тільки оцінювати власний додаток, але і порівнювати отримані дані з іншими додатками. Її використання допомагає розробникам коректно складати сторінки додатків, оцінювати ефективність реклами на основі середніх показників ринку, просувати додаток в магазині або збирати звичайну аналітику.

Такий підхід до аналітики особливо цінний, тому що розробник не знає всіх показників ринку не зможе тверезо оцінювати такі дані як Retention, CPI або Conversion.

Зважаючи на все вищесказане, метою даної роботи було обрано створення системи зі збору і зручного відображення аналітики будь-якого типу, яка не буде прив'язана до якихось базових показників проектів, і дозволяє розробникам максимізувати прибуток, оцінювати показники на ринку і створювати кращий користувальницький досвід.

Одним з принципів створення системи була простота використання. Не у всіх є математична освіта, і система аналітики не повинна його вимагати від розробника. Інтерфейс і функціональність системи аналітики, набір встановлених в ній звітів повинні бути максимально простими для розуміння, тому процес доступу до даних був реалізований максимально просто.

Створена система аналітики містить:

- Модуль збору інформації, який буде впроваджуватися в проект на будь-якому з етапів розробки або експлуатації. Цей модуль відповідає за збір і передачу інформації на сервер. При цьому, за допомогою такого модуля користувач зможе легко створювати власні події, в будь-яких потрібних місцях.
- Сервер, на якому буде зберігатися і оброблятися інформація. Сервер буде приймати інформацію від гри, сортувати її за гравцями, днями та показниками і відправляти дані в мобільний додаток.
- Додаток для відображення в зручному вигляді оброблених даних. Перш ніж інтегрувати модуль збору в додаток, розробнику потрібно буде створити сторінку гри в додатку, після чого програма видає унікальний номер, який треба вставити в код гри. При відправці повідомлень на сервер, цей номер дозволить визначити, до якого додатку відносяться дані.

Такий програмний продукт дозволяє будь-якому розробнику швидше вчитися на своїх помилках, аналізуючи дані і перевіряючи теорії про побудову ігрового ринку.

Перелік посилань:

1. Magy Seif El-Nasr, Anders Drachen, Alessandro Canossa., Game Analytics. Maximizing the Value of Player Data - 2013. – 791 p.
2. Как выглядит идеальная система аналитики для игрового проекта. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://vc.ru/flood/13832-game-analytics-2>
3. Сравнение систем аналитики для игровых проектов — MixPanel, Localytics, Flurry, devtodev, deltaDNA и GameAnalytics. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://vc.ru/flood/12121-game-analytics>

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ АПРОКСИМАЦІЇ ГЛОБАЛЬНОГО ОСВІТЛЕННЯ

З кожним роком вимоги до якості комп'ютерної графіки збільшуються. Разом із цим, темп зростання обчислювальної потужності комп'ютерів сповільнюється. Це означає, що роль оптимізації стає все значніше. Однією з найскладніших проблем сучасної комп'ютерної графіки все ще є реалістичне освітлення. Алгоритми типу трасування променів, засновані на фізиці світла, надають дуже реалістичні результати, однак вимагають занадто високої обчислювальної потужності для застосування в реальному часі. Серед популярних методів апроксимації глобального освітлення в реальному часі, найбільш поширеними є SSAO та SSDO [1].

Метою даної роботи є порівняння методів SSAO та SSDO та дослідження їх ефективності.

SSAO (англ. Screen Space Ambient Occlusion - фонове затінення в екранному просторі) – імітація розсіяного непрямого освітлення і відповідного затінення в реальному часі. Алгоритм працює на рівні піксельного шейдера - для кожного пікселя береться вибірка значень глибини оточуючих пікселів в півсфері або сфері, з подальшими приблизними обчисленням кількості перешкод від кожної з обраних точок. Просте (наївне) виконання алгоритму SSAO використовує буфер геометрії, його покращенням є використання буфера глибини [2]. Зображення процесу на рисунку 1.

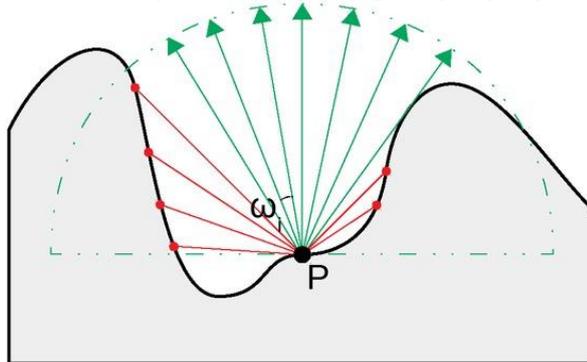


Рисунок 1 – Візуалізація процесу роботи алгоритму SSAO

Для розрахунку розсіяного непрямого освітлення використаємо вираз [1]:

$$AO(x, \vec{n}) = \frac{1}{\pi} \int_{\Omega} p(d(x, \vec{\omega})) \vec{n} \cdot \vec{\omega} d\vec{\omega}, \quad (1)$$

де x це позиція у сцені, \vec{n} це вектор нормалі у позиції x , Ω представляє напрямки вибірки, p є попередньо визначеною функцією спадання, d є довжиною до першого попадання променю з напрямленням $\vec{\omega}$.

SSDO (англ. Screen Space Directional Occlusion – спрямоване затінення в екранному просторі) – є покращенням SSAO, що використовує дані про колір і напрямок джерел світла та прямих відображень [3]. Зображення процесу на рисунку 2.

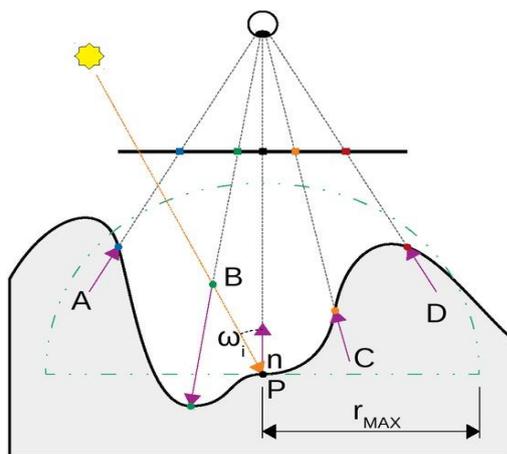


Рисунок 2 – Візуалізація процесу роботи алгоритму SSDO

Для розрахунку розсіяного непрямого освітлення використаємо вираз [4]:

$$L_{dir}(P) = \sum_{i=1}^N \frac{p}{\pi} L_{in}(\omega_i) V(\omega_i) \cos \theta_i \Delta \omega, \quad (2)$$

де P – початкова точка вибірки, N – кількість зразків, розподілених у півсфері, L_{in} – інтенсивність світла, ω_i – джерело світла, V – видимість точки вибірки, $\frac{p}{\pi}$ – двопроненава функція відбивної здатності, θ_i – кут між нормаллю та вектором падіння світла, $\Delta \omega$ – дистанція між векторами зразків.

Для розрахунку розсіяного спрямованого освітлення використаємо вираз [4]:

$$L_{ind}(P) = \sum_{i=1}^N \frac{p}{\pi} L_{pixel} (1 - V(\omega_i)) \frac{A_s \cos \theta_{s_i} \cos \theta_{r_i}}{d_i^2}, \quad (3)$$

де d_i – відстань між перешкодою на початковою точкою вибірки P , N – кількість зразків, $\cos \theta_{r_i}$ та $\cos \theta_{s_i}$ – відповідно кути векторів нормалі та джерела світла, A_s контролює розмір ефекту, ω_i – джерело світла, $V(\omega_i)$ – видимість точки вибірки, L_{pixel} – функція визначення наявного затемнення у точці з інших джерел, $\frac{p}{\pi}$ – двопроненава функція відбивної здатності.

Більшість готових рендерерів надають сформовані моделі освітлення, з закритим джерелом і деталями виконання. Володіючи конкретними даними про швидкість роботи та якість ефекту, розробник має можливість використовувати метод, що відповідає потребам, роблячи акцент на швидкості (SSAO), або на якості кінцевого зображення (SSDO).

Для розв'язання поставленої проблеми було створене програмне забезпечення, що дозволяє порівняти швидкість роботи кожного методу (в кадрах за секунду), використання відеопам'яті і якість кінцевого ефекту на прикладі конкретної сцени.

Перелік посилань:

1. Loos B.J., Sloan P.-P., Volumetric obscurance, Proceedings of the ACM SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics and Games - I3D 10, 2010
2. Tutorial 46 – SSAO with Depth Reconstruction. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ogldev.atSPACE.co.uk/www/tutorial46/tutorial46.html>.
3. Wawrzonowski M, Szajerman D. Optimization of screen-space directional occlusion algorithms. *Open Physics*. 2019;17(1): 519-526. (DOI: <https://doi.org/10.1515/phys-2019-0054>).
4. Ritschel T., Grosch T., Seidel H.-P., Approximating Dynamic Global Illumination in Image Space, Proceedings of the 2009 symposium on Interactive 3D graphics and games - I3D '09, 2009

**ВЕБ-ДОДАТОК ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ІМІТАЦІЙНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ ТЕСТОВОГО САМОДІАГНОСТУВАННЯ
БАГАТОМОДУЛЬНИХ СИСТЕМ**

Актуальність даної теми полягає в тому, що в світовій економіці відбуваються процеси глобалізації та інформаційної інтеграції. Вони торкнулися і нашої країни, яка в силу географічного положення та розмірів змушена застосовувати розподілені інформаційні системи (РІС) [1]. РІС забезпечують роботу з даними, розташованими на різних серверах, різних апаратно-програмних платформах і зберігаються в різних форматах. Вони легко розширюються, засновані на відкритих стандартах і протоколах, забезпечують інтеграцію своїх ресурсів з іншими ІС, надають користувачам прості інтерфейси.

У світі існує величезна кількість готових до використання інформаційно-обчислювальних ресурсів. Проблема полягає в тому, що при їх створенні не враховувалися вимоги несумісності. Ці компоненти не розуміють один одного, вони не можуть працювати спільно. Бажано мати механізм або набір механізмів, які дозволять зробити такі незалежно розроблені інформаційно-обчислювальні ресурси сумісними.

Метою дослідження є вивчення теоретичних основ про розподілені інформаційні системи, а також формування знань про принципи їх роботи [2].

Такий розподіл даних дозволяє, наприклад, зберігати в вузлі мережі ті дані, які найбільш часто використовуються в цьому вузлі. Такий підхід полегшує і прискорює роботу з цими даними і залишає можливість працювати з іншими даними БД.

Зазвичай, розподіленої вважають таку систему, в якій функціонує більше одного сервера БД. Це застосовується для зменшення навантаження на сервер і забезпечення роботи територіально віддалених підрозділів. Різна складність створення, модифікації, супроводу, інтеграції з іншими системами дозволяють розділити ІС на класи малих, середніх і великих розподілених систем. Малі ІС мають невеликий життєвий цикл (ЖЦ), орієнтацію на масове використання, невисоку ціну, неможливість модифікації без участі розробників, що використовують в основному настільні системи управління базами даних (СКБД), однорідне апаратно-програмне забезпечення, що не мають засобів забезпечення безпеки. Великі корпоративні ІС, системи федерального рівня і інші мають тривалий життєвий цикл, міграцію успадкованих систем, різноманітність апаратно-програмного забезпечення, масштабність і складність вирішуваних завдань, те що безлічі предметних областей, аналітичну обробку даних, територіально розподілений компонент.

Проблеми забезпечення функціональної стійкості розподілених інформаційних систем. Як показав аналіз функціонування розподілених інформаційних систем (РІС), елементи систем, до яких відносяться вузли комутації та лінії зв'язку між ними, схильні безлічі внутрішніх (відмови, збої, помилки обслуговуючого персоналу) і зовнішніх (пошкодження, перешкоди, несанкціонований доступ) дестабілізуючих впливів. Тому забезпечення функціональної стійкості елементів РІС і системи в цілому є актуальним завданням.

Під функціональною стійкістю об'єкта розуміється його властивість зберігати протягом заданого часу виконання своїх основних функцій в межах, встановлених нормативними вимогами, в умовах протидії, а також впливу потоків відмов, несправностей і збоїв.

Надійність - властивість об'єкта зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати необхідні функції в заданих

режимах і умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання і транспортування

Живучість - властивість системи зберігати обмежену працездатність в умовах зовнішніх впливів, які призводять до відмов її складових частин. Живучість характеризує здатність системи протистояти розвитку критичних відмов за будь-яких умовах експлуатації, в тому числі не передбачених документацією

Відмовостійкість - властивість системи зберігати працездатність при наявності відмов його складових частин. Відмовостійкість закладається при проектуванні об'єкта з метою недопущення критичних відмов і забезпечення безпеки. Дана властивість забезпечується при проектуванні і конструюванні системи, переважно за рахунок резервування

Принципи реалізації функціональної стійкості

- виявлення нештатної ситуації, пов'язаної з погіршенням якості функціонування внаслідок впливу дестабілізуючих чинників;
- ідентифікація нештатної ситуації;
- прийняття рішення про відновлення процесу функціонування;
- відновлення функціонування шляхом перерозподілу функцій і завдань між неушкодженими елементами.

Види діагностування цифрових обчислювальних пристроїв класифікуються:

- 1) тестове і функціональне;
- 2) динамічне, параметричне, статичне;
- 3) зовнішнє і внутрішнє (самодіагностування);
- 4) з перетворенням структури об'єкта і без перетворення;
- 5) постійне і періодичне;
- 6) по елементне і поблочне;
- 7) детерміноване і ймовірнісне.

Тестове діагностування системи повністю визначається характером організації її діагностичного ядра.

Під діагностичним ядром розуміємо комплекс апаратних і програмних засобів, на який покладаються задачі виконання тестових перевірок, аналізу результатів перевірок всіх елементів системи і видачі результату контролю і діагностування споживачу.

В залежності від результатів перевірок і часу утворення діагностичного ядра, тестове діагностування може бути організоване на основі принципів

- централізованого діагностичного ядра
- розширеного діагностичного ядра, при якому діагностується перевіряюча апаратура.
- розподіл діагностичного ядра, при якому всі діагностичні засоби розподілені по всьому об'єкту діагностування:
- блукаючого діагностичного ядра, при якому всі засоби розподілені по всім вузлам, а накопичена діагностична інформація пересилається по системі разом із результатами перевірок, що виконуються у випадкові моменти часу:

Висновок: У наш час існує велика потреба в розподілених обчислювальних системах, які в свою чергу вимагають посилену функціональну стійкість для виконання своїх завдань для процесів глобалізації та інформаційної інтеграції.

Перелік посилань:

1. <https://sites.google.com/site/arhitekturainformacionnyhsist/lekcija-5-raspredelennye-informacionnye-sistemy>
2. https://works.doklad.ru/view/_gHdv5Zsfls.html

ФОРМУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ПЛАНІВ ВИКЛАДАЧІВ

Розробка індивідуальних планів є дуже відповідальним завданням працівників університету. Кожен викладач затрачає велику кількість часу на створення відповідних документів. Крім цього кількість документів щороку зростає, а тримати їх в паперовому вигляді незручно та на сьогоднішній день, століття комп'ютерних технологій, навіть смішно.

Актуальність моєї теми викликана стрімким ростом інформаційних технологій. У час комп'ютерних технологій з'являється все більше можливостей перенести усе навчання у комп'ютер, не виняток уся документація. До цього часу, усі навчальні плани склалися від руки, це затрало, як правило, дуже багато часу та потребувало перевірки наявності помилок. Тож даний метод складання наукових документів потребує негайного удосконалення. Також це дасть можливість кожному удосконалити свою здібності роботи з комп'ютером. Тому головним завданням цієї роботи є створення додатку для розробки індивідуальних планів, який стане важливою частиною інформаційної системи кафедри.

Задля скорочення часу та збільшення коефіцієнту правильності документів запропонована система. Перш за все, було поставлено задачі, які необхідно пропрацювати:

- Проаналізувати предметну область;
- Проаналізувати вже існуючі методи і технології для розробки індивідуальних планів;
- Обрати свій більш підходящий метод;
- Проаналізувати завдання для майбутньої системи;
- Розробити програмний продукт;
- Протестувати програму;
- виправити помилки.

Система повинна вмістити в себе велику кількість документів, тож важливим завдання є впоратись з навантаженням на неї. Для доступу до всіх матеріалів необхідно створити базу даних, у цьому допоможе MySQL. Використовуючи Visual Studio та мову C#, буде створено додаток, що дає змогу працювати з документами. Будь-який працівник кафедри, після авторизації, зможе скорегувати, видалити, додати чи просто ознайомитися з тим чи іншим документом. Ще одна актуальна проблема, з якою система повинна впоратися – одночасна обробка запитів працівників. Не менш важливим є розробка приємного та зручного для кожного інтерфейсу, що надає можливість легко і швидко працювати в системі. Відкривши систему, користувач сперш повинен авторизуватися або, якщо відвідує додаток вперше, зареєструватися. Після цього користувач переходить до свого віртуального особистого кабінету, де може переглянути свої навчальні плани, змінити дані чи навіть видалити. Після завершення роботи усі дані зберігаються для подальшого використання.

Також запропонована система повинна виконувати наступні завдання:

- Обробка даних;
- Обмін даних між працівниками;
- Автоматизація роботи з документами;
- Можливість збереження даних на комп'ютер;
- Приватність [1].

Вхідною інформацією, яку ми отримуємо за допомогою кафедри [2], є:

- навчальне навантаження.

Вихідною інформацією, яку ми отримуємо після роботи з додатком, є:

- заповнений індивідуальний план викладача.

Застосування даного додатку дає можливість спростити роботу з навчальними документами, забезпечує надійне зберігання всіх планів в одному місці та забезпечує швидку передачу даних між усіма користувачами. Варто відзначити, що завдяки автоматизації розглянутого процесу кожен викладач може скоротити час на заповнення планів у 3-5 разів, тобто це набагато спрощує життя кожному з них. В доповіді розкрито особливості створення інформаційної системи.

Перелік посилань:

1. Методологічні основи створення, впровадження і розвитку інтегрованої інформаційної системи управління університетом: монографія / за ред. С.В. Чернишенка, Ю.І. Воротницького. – Суми: Сумський державний університет, 2015. – 32 с.
2. Рекомендації щодо розроблення навчальних планів / Уклад. В.П. Головенкін. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 28 с.

Студент 4 курсу, гр. ТВ-371 Андреєнко І.В.
Проф., д.т.н. Барабаш О.В.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА РЕАЛЬНОГО ЧАСУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ДОМАШНЬОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

На сьогоднішній день використання сонячної енергії особливо актуально. Так як природні ресурси вуглеводів стрімко вичерпуються і перед людством стає проблема використання інших джерел енергії [1], [2].

Ціна встановлення сонячних електростанцій щороку зменшується завдяки удосконаленню технологій виробництва сонячних батарей, збільшенню їх потужності, коефіцієнту корисної дії, а головне – щороку зменшується ціна 1Вт потужності батарей. Також поверненню коштів, витрачених на станцію сприяє один з найвищих у світі «зелений» тариф.

Для того щоб дослідити процес функціонування та визначити показники ефективності сонячної електростанції доцільно встановити систему моніторингу [3].

Дана система дозволяє відслідковувати працездатність СЕС як безпосередньо на території домогосподарства, так і віддалено (в будь-якій точці світу завдяки Інтернету).

Параметри для моніторингу, які відслідковуються системою, наступні:

- активна та реактивна потужність;
- напруга та струм;
- частота та повна потужність;
- стан перемикачів та з'єднань;
- аварійні стани обладнання сонячної станції.

Ціль даної доповіді полягає в розробленні системи реального часу для моніторингу роботи домашньої сонячної електростанції. І при тому ця система відрізнялась простотою, точністю, надійністю, а також відносно бюджетною реалізацією.

Функціональні завдання системи моніторингу домашньої сонячної електростанції наступні:

- інвертор знаходиться віддалено від помешкання користувача станції і не має змоги постійного безпосереднього контролю з екрану інвертора чи через Bluetooth;
- моменти, коли втрачено контроль за станцією і виникає ситуація «вимушеного простою» (при цьому власник СЕС втрачає можливість заробітку коштів);
- при довготривалій відсутності втрачається будь-який контроль станції (наприклад, відрядження, відпочинок тощо), тож потрібна допомога членів сім'ї, сусідів або довірених осіб у періодичному нагляді за СЕС.

Найпопулярніша модель інверторів в Україні та модель, яку найчастіше обирають китайський Huawei, зокрема 33-KTL 30 kWt.

- Недоліки внутрішнього моніторингу інвертора (Huawei):
- малий радіус дії Bluetooth-інтерфейсу (метри);
 - не задіяно можливості порту USB (обмін даними + живлення);
 - віддалений моніторинг від виробника – присутнє на ринку, але використовуються приватними клієнтами зазвичай нечасто, оскільки він є досить дорого вартісним та орієнтований на великі СЕС промислових масштабів.

Для рішення цієї проблеми вибрано наступну схему роботи системи моніторингу:

1. задіємо Bluetooth/USB-порти інвертора,
2. поміщаємо смартфон з відповідним програмним забезпеченням в термобокс-контейнер,

3. в апараті (з ОС ANDROID 5 і вище) включено відповідні порти передачі даних, тож при досяжності WI-FI або вставленні карточки оператора з добрим покриттям в місцевості установки станції через нього буде передаватися інформація,
4. на комп'ютері, ноутбучі (смартфоні) користувача та/або відповідальної особи встановлюємо відповідну клієнтську частину програмного забезпечення та отримуємо дистанційний контроль за роботою станцій,
5. доступ захищено паролями;
6. в апараті, розташованому біля інвертора за допомогою додаткових програм, здійснюємо контроль за наявністю напруги в мережі, температури, освітленості, балансу рахунку, непорушність геолокації обладнання (відсутність покражі),
7. в результаті – при критичних випадках буде здійснено надіслано SMS на телефон користувача або дзвінок (супровід інженера та/або диспетчера обумовлює окремий договір, додаток до договору з визначенням ціни щомісячного супроводу та обсягів зобов'язань сторін).

Тобто, в режимі реального часу ви можете відслідковувати, яка кількість електроенергії вироблена вашою сонячною електростанцією, скільки спожито для електропостачання приватного домогосподарства і який обсяг електроенергії видається в зовнішню електричну мережу. Проаналізувавши графік, який може бути виведений на екран вашого мобільного телефону, ви зможете контролювати режим роботи вашої СЕС. Безумовно, застосування системи моніторингу доцільніше для установки на промислових СЕС, але ніхто не може заборонити вам встановлювати її і для приватної СЕС.

Висновки: створення такої системи є важливим завданням, ця система буде відрізнятися від інших, так як буде усунуто недоліки інвертора huawei і нарешті дозволить якісно задіювати можливості порта usb, та збільшити радіус Bluetooth інтерфейсу.

В доповіді розкриваються всі особливості побудови інформаційної системи реального часу для моніторингу параметрів роботи домашньої сонячної електростанції. У відпустці, на роботі чи навіть з сусідньої вулиці ви зможете з легкістю перевірити чи працює ваша станція.

Перелік посилань:

1. Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии: Пер. с англ. -М.: Энергоатомиздат.1990. -392 с.
2. Мхитарян Н. М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. Опыт и перспективы. –К.: Наукова думка, 1999. –320 с.
3. Основы современной энергетики: Учебник для вузов. В двух частях / Под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство МЭИ, 2003. Часть 1. А.Д. Трухний, А.А. Макаров, В.В. Клименко. Современная теплоэнергетика. — 376 с.

ПРАКТИЧНІСТЬ WEB-СИСТЕМ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ

Популярність дистанційної освіти в Україні за останні роки різко зросла. Оскільки за останній час освітній процес у всьому світі впроваджує суттєві зміни у розвитку освітньої програми та її форми навчання. Цей період надав суттєвий досвід в побудові альтернативних підходів до організації навчального процесу і його важливо враховувати при поверненні до традиційного (денного та заочного) формату [1]. Дана форма отримання освіти є найбільш гнучкою та доступною для багатьох бажаючих отримати знання.

Метою цієї статті є надання детальної інформації про зручність, практичність та переваги використання Web-систем для дистанційного навчання.

Серед суттєвих переваг дистанційної форми навчання можна відзначити наступні:

- **Можливість навчатися у будь-який час.** Студент, який навчається дистанційно, може самостійно вирішувати, коли і скільки часу упродовж семестру йому приділяти на вивчення матеріалу. Він буде для себе індивідуальний графік навчання.
- **Можливість навчатися в будь-якому місці.** Студенти можуть вчитися, не виходячи з дому чи офісу, перебуваючи у будь-якій точці планети. Щоб приступити до навчання, необхідний лише комп'ютер з доступом в Інтернет. Відсутність необхідності щодня відвідувати навчальний заклад - безсумнівний плюс для людей з обмеженими можливостями здоров'я, для проживаючих у важкодоступних місцевостях, батьків з маленькими дітьми.
- **Навчання без відриву від основної діяльності.** Для навчання зовсім не обов'язково брати відпустку на основному місці роботи, виїжджати у відрядження. Також дистанційно можна навчатися на декількох курсах чи у декількох навчальних закладах одночасно.
- **Можливість навчатися у своєму темпі.** Не обов'язково навчатися у тому ж темпі, що й інші студенти. Студент завжди може повернутися до вивчення більш складних питань, кілька разів подивитися відео-лекції, перечитати переписку з викладачем, а вже відомі йому теми може пропустити. Головне, успішно проходити проміжні та підсумкові атестації.
- **Доступність навчальних матеріалів.** Доступ до всієї необхідної літератури відкривається студенту після реєстрації в системі [2] дистанційного навчання, або він отримує навчальні матеріали електронною поштою. Зникає проблема нестачі чи відсутності підручників, навчальних посібників чи методичок.
- **Мобільність.** Зв'язок з викладачами, репетиторами здійснюється різними способами: як on-line, так і off-line. Проконсультуватися з викладачем за допомогою електронної пошти іноді ефективніше та швидше, ніж призначити особисту зустріч при очному або заочному навчанні.
- **Навчання в спокійній обстановці.** Проміжна атестація студентів дистанційних курсів проходить у формі on-line тестів. Тому в студентів менше причин для хвилювань. Виключається можливість суб'єктивної оцінки: на систему, яка перевіряє правильність відповідей на питання тесту, не вплине успішність студента з інших предметів, його соціальний статус та інші чинники.
- **Індивідуальний підхід.** При традиційному навчанні викладачеві досить важко приділити необхідну кількість уваги всім студентам групи, підлаштуватися під темп роботи кожного. Використання дистанційних технологій підходить для організації індивідуального підходу. Крім того, що студент сам обирає собі темп навчання, він може оперативно отримати у викладача відповіді на виникаючі питання.

Виділимо найбільш пріоритетні переваги використання Web-систем:

1. Система надає можливість працювати студентам у ній як під час дистанційного навчання, так і під час очного навчання;
2. Викладач може легко наповнити систему новими матеріалами та завданнями;
3. Така система самостійно підлаштовується під зростаючі на неї навантаження;
4. Якщо навантаження незначне – система автоматично скорочує надлишкові ресурси;
5. Система має матеріали чітко розділені за темами та критеріями викладача, що допомагає студентам легко орієнтуватися у ній;
6. Система автоматизовано надає викладачу інформацію про досягнення студента у проходженні підсумкового контролю ;

Таким чином отримаємо інструмент для використання у форматі традиційного варіанту освіти, котрий у випадку необхідності, може бути адаптований у формат дистанційної освіти.

Перелік посилань:

1. Western Governors University [Електронний ресурс]. – Режим доступу: wgu.edu/blog/distance-learning-pros-cons2001.html.
2. J. Carnell Spring Microservices in Action / John Carnell., 2017. – 384 с. – (In Action).

СЕКЦІЯ №9

**Програмне
забезпечення
інформаційних
систем та мережних
комплексів**

УДК 004.422

Аспірант Євтушенко А.М.; доц., к.т.н. Варава І.А.
Доц., к.т.н. Гагарін О.О.

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ОТРИМАННЯ ДАНИХ ГЕНЕРАЦІЇ ЗВУКОВИХ ХВИЛЬ У МОРСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩЕ

Морське середовище, що являє собою повний гідроакустичний інформаційний простір, характеризується складними гідрологоакустичними властивостями, які визначальним чином впливають на формування акустичного поля. в цьому

Строге визначення акустичних полів у морських середовищах можливе шляхом розв'язку хвильового рівняння при заданих граничних та початкових умовах [1]. Задача ускладнюється тим, що в реальних середовищах швидкість звуку є функцією просторових координат (x, y, z). У першому наближенні змінами швидкості в залежності від координат можливо знехтувати. Така модель відповідає так званому шарово-неоднорідному морському середовищу, в якому швидкість звуку c є функцією тільки глибини. У таких умовах строгий розв'язок хвильового рівняння здійснюється методом нормальних хвиль. Але такий підхід обумовлює появу значних труднощів як математичного та обчислювального планів, так і пов'язаних з можливостями фізичної інтерпретації одержаних результатів для всього різноманіття розподілів швидкостей, що мають місце в морській практиці.

Проведення комп'ютерних експериментів з отримання характеристик звукових хвиль потребують урахування вище згаданих міркувань. Розроблені програмні засоби побудовані з метою отримання даних гідроакустичних полів з урахуванням наступних умов.

У моделюючому комплексі визначається умовний район дослідження (акваторія), у якому поширюються гідроакустичні сигнали, що генерують звукоізлучаючі об'єкти та фіксуються гідроакустичною системою. Об'єкти можуть довільно розміщуватися у акваторії, однак фіксуюча система завжди встановлена у центрі акваторії. Загальний вигляд засобів налаштування умов проведення експерименту наведено на рисунку 1. Процедура налаштування акваторії користувачу пропонується виконувати за допомогою розміщення точок-об'єктів у двомірному просторі наданої акваторії (права закладка форми управління експериментом).

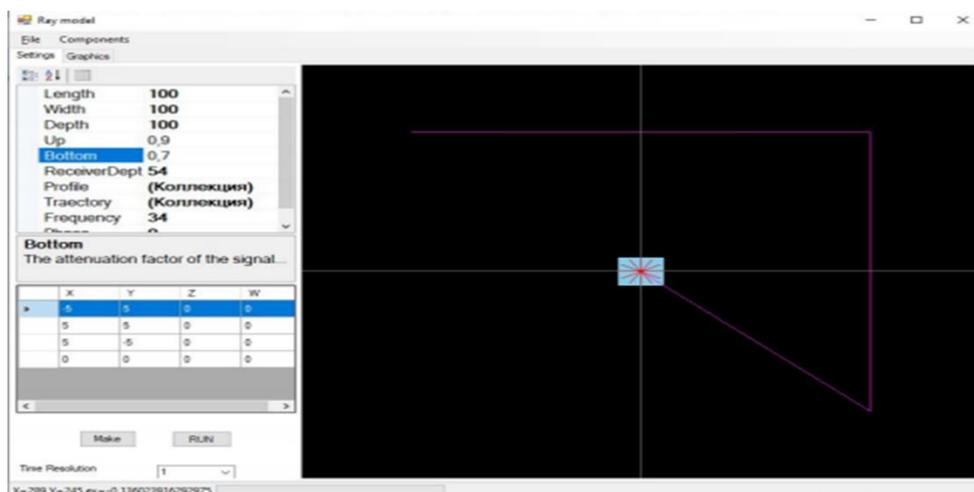


Рисунок 1 – Загальна форма завдання параметрів проведення комп'ютерних експериментів.

Як уже відзначалося, для формування акустичних полів у морському середовищі важливе значення мають такі функціональні залежності так звані профілі, а саме: швидкість звуку, розподіл температур та значень солоності за глибиною [2]. Налаштування цих параметрів моделювання здійснюється за допомогою засобів підключення даних з профайлів до системи моделювання (дивись рис. 2)

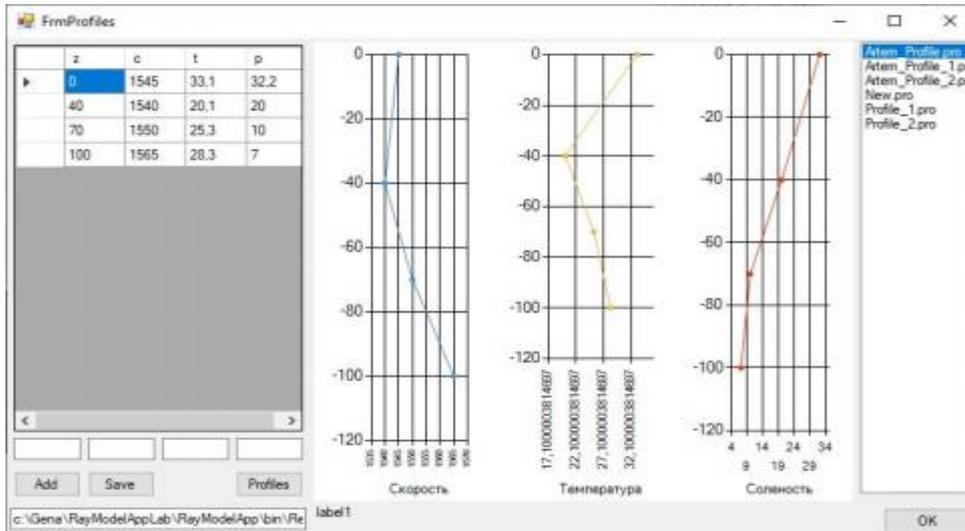


Рисунок 2 – Форма введення даних профайлів умов моделювання

На сьогоднішній час комп'ютерні засоби моделювання дозволяють використати дві моделі генерації параметрів звукоізлучателів за променевим та хвильовим методом. Результати моделювання надаються користувачу у графічному вигляді. На разі проводяться роботи по створенню засобів фіксації результатів експериментів моделювання та пропонуються методики оцінювання якості отриманих результатів.

Перелік посилань:

1. Корякин Ю. А., Смирнов С. А., Яковлев Г. В. Корабельная гидроакустическая техника : состояние и актуальные проблемы. Спб. : Наука, 2004. 410 с.
2. Ветер и волны в океанах и морях : справоч. данные / под. ред. И. Н. Давидана, Л. И. Лопотухина. Л. : Транспорт, 1974. 264 с.

ГЕНЕРАЦІЯ ФІКСУЮЧИХ ПЕРЕХОДІВ ДЛЯ ТРАЄКТОРІЙ ОБРОБКИ 2D ДЕТАЛЕЙ

При обробці на верстатах з числовим програмним управлінням 2D деталей з листового матеріалу бувають випадки їх передчасного відокремлення від заготовки. Це призводить до різноманітних нештатних ситуацій, під час яких можливе псування матеріалу або обладнання, а також травмування персоналу. Передчасне відокремлення найчастіше відбувається через неправильне задання фіксуючих переходів в керуючій програмі. Тому коректне визначення фіксуючих переходів під час створення керуючих програм є актуальним та має практичну значущість.

Автоматичне створення керуючих програм здебільшого здійснюється на основі інтелектуальних підходів. У роботі [1] розглянуто найбільш актуальні підходи на сьогоднішній день, а саме: штучний інтелект (AI – Artificial Intelligence), генетичні алгоритми (GA – Genetic Algorithms), мурашині алгоритми (ACO – Ant Colony Optimization), штучні нейронні мережі (ANN – Artificial Neural Networks), метод рою часток (PSO – Particle Swarm Optimization).

Автори [1] зробили висновок, що генетичні та мурашині алгоритми вигідно використовувати для покращення процесу обробки деталі та оптимізації траєкторій обробки. Більш того, такі алгоритми дозволяють зменшити загальний час обробки деталей шляхом задання більш оптимального порядку траєкторій обробки. Алгоритми штучного інтелекту та нейронні мережі доцільно використовувати для оптимізації траєкторії руху інструменту, планування і керування. Однак такі алгоритми мають перспективи вдосконалення для розв'язання поставленої задачі. Тому дослідження з оптимізації моделей машинного навчання для автоматичного створення керуючих програм є необхідними.

Роботу [2] присвячено проблемі складності ручного компонування керуючої програми у випадку великої кількості траєкторій обробки. Для її вирішення було запропоновано автоматизацію в декілька етапів. Спершу виконувалось розділення деталі на шари по вертикальній осі (вісь Z). Для отриманих шарів будувались сітки та визначались зони деталі, які необхідно обробити. Після цього сіткові дані оброблялись генетичним алгоритмом. Запропонований метод надав прийнятні результати для простих та заздалегідь проаналізованих деталей. Однак він не містить алгоритму розбиття складних деталей на примітиви для аналізу їх взаємовпливу. Це не дозволяє використовувати даний метод при виконанні обробки складних деталей на практиці.

У роботі [3] представлено підхід, який дозволяє генерувати програми обробки складних деталей. Запропоновано використання методів багатооб'єктової оптимізації «NSGA-II» та «PSO». Програмна реалізація складається з двох базових взаємопов'язаних модулів. Перший модуль – модуль передбачення – розділяє та аналізує креслення, після чого надає пропозиції щодо траєкторій обробки. Отримані дані передаються на вхід оціночного модулю, який перевіряє висунуті модулем передбачення гіпотези за критеріями геометричності (geometry criterion), технологічності (technological criterion), часу (time criterion) та ефективності обробки (machining efficiency criterion). Використання такого підходу, фактично, базується на переборі всіх можливих варіантів. Однак наявність інтелектуальної складової дозволяє значно зменшити їх кількість. Розроблена прикладна система реалізована у вигляді модулю для САД-системи SolidWorks та протестована на реальних виробничих даних. Однак, відсоток помилок модулю передбачення складає в деяких випадках більше 20%, що зменшує якість гіпотез та підвищує загальний час

роботи.

У роботі [4] автори частково відійшли від типових методів створення траєкторій обробки та використали підхід, що базується на алгоритмах роботи з діаграмою Вороного. Як і в більшості проектів, у тому числі вищезазначених, задача автоматизації створення керуючої програми виконувалась за 3 етапи: сегментація креслення та виокремлення зон обробки, інтелектуальний аналіз моделі деталі, перевірка та створення керуючої програми. Такі кроки необхідно провести при створенні керуючої програми обробки деталі будь-якої складності.

До інтелектуального аналізу моделі деталі відноситься велика кількість задач, багато з яких і досі не є повністю розв'язаними. До них, насамперед, можна віднести задачу розташування переходів (bridges), які утримують деталь під час її вирізання з листового матеріалу. Як правило, САМ-системи виконують дану операцію шляхом рівномірного розподілу переходів по траєкторії обробки. Такий підхід часто призводить до недостатньої або надмірної фіксації певних сегментів деталі, а також до розташування переходів у неприпустимих зонах, наприклад у кутах, чи на надто коротких гранях (виокремлено червоним кольором на рисунку 1).

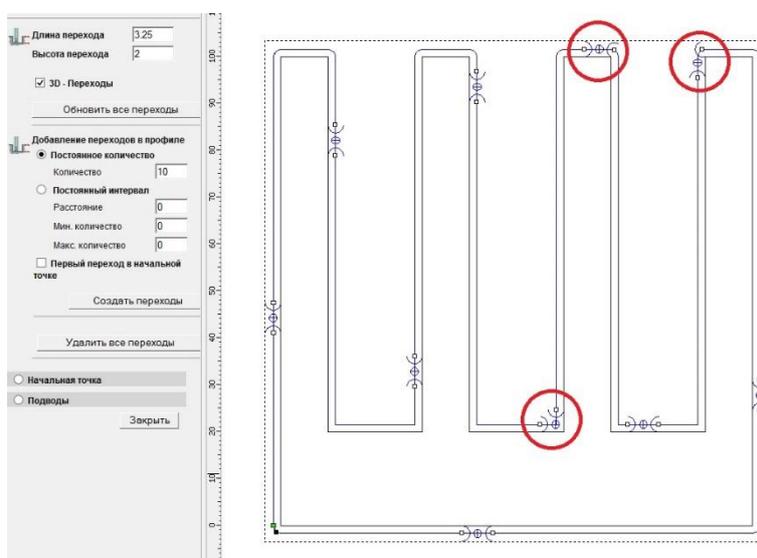


Рисунок 1 – Автоматичне розташування переходів програмою ArtCAM

Перспективами досліджень даного проекту є створення моделі машинного навчання для автоматичної генерації фіксуючих переходів для 2d деталей. Модель повинна враховувати не лише геометричні особливості кожної окремої деталі, але також їх взаємне розміщення, характеристики матеріалу та параметри обробки.

Перелік посилань:

1. A Review of Tool Path Optimization in CNC Machines: Methods and Its Applications Based on Artificial Intelligence / N. Hatem, Y. Yusof, A. Kadir, M. Mustafa Abedlhafd. // Researchgate. – 2020. – №1. – С. 3367–3380.
2. Essink W. Toolpath Generation for CNC Milled Parts Using Genetic Algorithms / W. Essink, A. Nassehi, S. T. Newman // Enabling Manufacturing Competitiveness and Economic / Michael F. Zaeh – Munich: Springer International Publishing, 2014. – С. 189–193.
3. Klančnik S. Intelligent CAD/CAM System for Programming of CNC Machine Tools / S. Klančnik, M. Brezocnik, J. Balic. // International Journal of Simulation Modelling. – 2016. – №1. – С. 109–120.
4. Jeong, J., Kim, K. Tool path generation for machining free-form pockets using Voronoi diagrams. Int J Adv Manuf Technol 14, 876–881 (1998). <https://doi.org/10.1007/BF01179076>

**ДО ПИТАННЯ ПРО СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ЗАДАЧ
МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАГНІТНИХ СИСТЕМ
ВИКОНУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ**

При конструюванні виконуючих пристроїв з заданими робочими характеристиками необхідно на стадії проектування вміти максимально точно розраховувати їх електромагнітні характеристики.

Разом з тим, у літературі недостатньо вичерпно описані методики розрахунку електромагнітних характеристик пристроїв на основі постійних магнітів.

Головною задачею моделювання характеристик магнітного поля є визначення його напруженості у заданих точках простору. У випадку магнітостатичного поля задача повністю вирішується знаходженням потенціалу як функції координат. При відомому розподілі магнітних зарядів (диполів) у кінцевій області однорідного та ізотропного середовища рішення можливо знайти на основі методики, викладеної в роботах [1, 2].

Рівняння для напруженості поля постійних магнітів [2] запишемо у наступному вигляді:

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} H'' &= 0, & \operatorname{div}(\mu H'') &= \rho_m^0, \\ \operatorname{rot} H' &= i, & \operatorname{div}(\mu H') &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

де $\rho_m^0 = -\operatorname{div} I_0$ – об'ємна густина магнітних зарядів.

Напруженість безвихрового поля H'' постійних магнітів має однозначний скалярний потенціал φ :

$$H(x, y, z)'' = -\operatorname{grad} \varphi(x, y, z). \quad (2)$$

Окремим рішенням рівняння для скалярного магнітного потенціалу в роботі [2] було отримано функцію:

$$\varphi(Q) = \frac{1}{4\pi\mu_0} \int_{V_M} \frac{\rho_m^0(M)}{R_{QM}} dV_M, \quad (3)$$

де $R_{QM} = \sqrt{(x - x_M)^2 + (y - y_M)^2 + (z - z_M)^2}$.

Також було показано що (якщо заряди зосереджені всередині дуже тонкого шару) рівняння (3) можна записати для потенціалу такого «поверхневого» розподілу зарядів зі щільністю σ_m^0 у вигляді наступного виразу:

$$\varphi(Q) = \frac{1}{4\pi\mu_0} \int_{S_M} \frac{\sigma_m^0(M)}{R_{QM}} dS_M. \quad (4)$$

Інтегральним рівнянням (4) формулюється задача розрахунку напруженості магнітного поля у заданих точках простору.

Складові напруженості поля визначаються із співвідношень:

$$H_x = -d\varphi/dx, \quad H_z = -d\varphi/dz, \quad H_y = 0. \quad (5)$$

Обчислив інтеграли [3], отримаємо загальні аналітичні вирази для складових напруженості поля H_x , H_z .

Для складової H_x отримаємо:

$$H(Q)_{x,i} = \frac{\pm\sigma_m^0(M)_i}{4\pi\mu_0} \ln \frac{(x+a)^2+z_i^2}{(x-a)^2+z_i^2}. \quad (6)$$

Для складової H_z отримаємо:

$$H(Q)_{z,i} = \frac{\pm\sigma_m^0(M)_i}{2\pi\mu_0} \left[\operatorname{arctg} \frac{a-x}{z_i} + \operatorname{arctg} \frac{a+x}{z_i} \right]. \quad (7)$$

На основі математичної моделі (6, 7) розроблено програмний застосунок, який дає можливість проводити розрахунки характеристик магнітного поля під час проектування виконуючих пристроїв. На відміну від існуючих розробок програмну платформу розміщено у мережі Інтернет, що дозволяє проводити розрахунки на боці серверу в режимі онлайн. Для забезпечення зручності масштабування використано мікросервісну архітектуру, яка реалізована за допомогою надійного та ефективного фреймворку Spring.

У якості одного із результатів роботи програми на рисунку 1 наведено приклад картини напруженості магнітного поля в робочій зоні для системи двох висококоерцитивних магнітів, що сконфігуровані однаковими полюсами назустріч один одному.

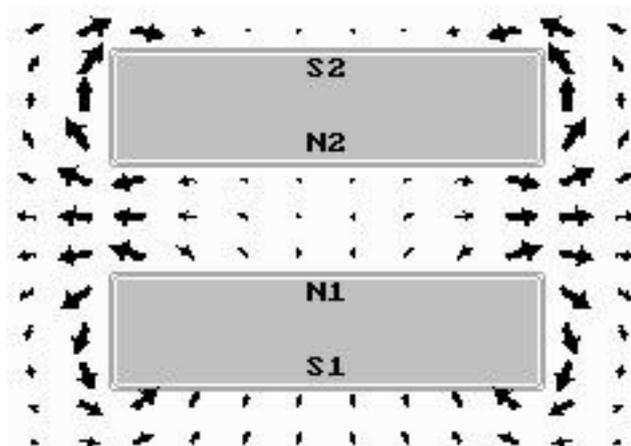


Рисунок 1 - Приклад моделювання картини напруженості магнітного поля

Висновки

Отримані математичні вирази (6, 7) стали основою для розробки програмного забезпечення по розрахунку та дослідженню характеристик магнітного поля системи постійних магнітів. Подальше удосконалення математичної моделі забезпечить можливість проведення оптимізаційних розрахунків магнітних систем для інженерів-електриків та студентів зі всього світу, що мають доступ до програмної платформи та займаються дослідженням властивостей магнітних полів.

Перелік посилань:

1. Максвелл Дж. Кл. Избранные сочинения по теории электромагнитного поля. – М.: Гостехиздат, 1954. – 688 с.
2. Тозони О. В. Метод вторичных источников в электротехнике. – М.: Энергия, 1975. – 296 с.
3. Крячок А.С., Красноголовец А.Н. / Исследование магнитного поля в рабочей зоне электродвигателя с постоянными магнитами // Технологический аудит и резервы производства, № 2/5 (22), 2015. – С. 60 – 62.

РОЗПИЗНАВАННЯ ЗАБРУДНЕНЬ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ФОТОЗНІМКАХ НА ОСНОВІ СЕГМЕНТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ

Однією з сучасних загроз для людства є збільшення забруднення навколишнього середовища побутовими відходами. Держава і комунальні структури працюють над цим, але, наразі, моніторинг та оцінювання чистоти середовища в основному відбувається на основі фіксації стану об'єктів за результатами огляду відповідними спеціалістами. Таким чином аналіз забруднень є трудомісткою задачею, що потребує багато людських резервів [1]. Крім цього у процесі таких перевірок людина може помилятися через об'єктивні і суб'єктивні причини. Тому автоматизація відстеження зон засмічення є актуальною задачею і має практичне значення.

Автори статті [2] запропонували рішення автоматичного аналізу сміття для системи інтелектуального управління містом. За результатами випробувань було досягнуто значення середньої точності детекції у 89%. В запропонованій розробці був використаний двокроковий детектор Faster R-CNN [3]. Однак ця модель не підходить для роботи у високонавантажених системах, адже згідно з опису вона обробляє один фотознімок впродовж 6 секунд.

У роботі [4] автори розв'язали задачу класифікації сміття на фотознімках на основі таких методів: градієнтний бустинг, метод опорних векторів та застосування згорткових нейронних мереж. Однак класифікація не надає інформації про кількість та різновиди сміття. Тому поставлену задачу необхідно розв'язувати як задачу семантичної сегментації.

Метою даного проекту є розробка сегментаційної моделі машинного навчання.

Задача сегментації зображень - це кластеризація частин зображення, які належать до одного класу об'єктів. Процес прогнозу відбувається на рівні пікселів, оскільки кожен піксель на зображенні класифікується відповідно до заздалегідь визначеного класу.

Для розв'язання задачі було обрано відкритий набір даних щодо відходів у дикій природі TACO (Trash Annotations in Context) [5], що містить 1490 зображень у форматі JPG. В датасеті містяться фотографії сміття, зроблені в різних середовищах - від тропічних берегів до вулиць Лондона. Серед категорій сміття найбільш поширеними є поліетиленові пакети та обгортки, сигарети, пляшки та інше сміття без класу.

В якості сегментаційної моделі було взято DeepLabV3 [6] — модель, опис якої був опублікований у 2017 році. Ця модель нейронної мережі на датасеті семантичної сегментації зображень PASCAL VOC [7] досягла найвищих показників в порівнянні з іншими сучасними моделями. Модель представляє компроміс між точністю та швидкістю обробки інформації.

В якості енкера (backbone) нейронної мережі було використано MobileNetV2 [8], предтренований на Imagenet [9] датасеті.

Метрикою оцінювання було використано джакардову відстань:

$$IoU = \frac{overlap}{union}$$

де *overlap* – це площа перетину розмітки об'єкта з передбаченням моделі, а *union* – їх об'єднання.

Дані датасету були розподілені на тренувальну та тестувальну вибірки розміром 1305 та 185 відповідно. Тренування нейронної мережі відбувалося на протязі 30 епох. За початковий learning rate було взято значення 0.001, яке зменшувалося кожні 7 епох на 30%. Кількість фотознімків в одній ітерації (batch size) була 12.

На рисунку 1 представлено приклади передбачення натренової моделі машинного навчання на тестувальній вибірці.



Рисунок 1 - Приклад передбачення сегментаційною моделі (клас «пластиковий стакан»)

Навчена нейронна мережа без оптимізації архітектури проводить сегментацію на тестувальній вибірці з точністю 50%. Перспективою подальших досліджень є вдосконалення архітектури та методів тренування для підвищення точності сегментації.

Перелік посилань:

1. Environment: Waste production must peak this century [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/258216813_Environment_Waste_production_must_peak_this_century.
2. Ying Wang and Xu Zhang. Autonomous garbage detection for intelligent urban management [Електронний ресурс] // EITCE 2018. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://www.matec-conferences.org/articles/matecconf/pdf/2018/91/matecconf_eitce2018_01056.pdf.
3. Shaoqing Ren, Kaiming He, Ross Girshick, Jian Sun. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://arxiv.org/pdf/1506.01497>.
4. Mandar Satvilkar. Image Based Trash Classification using Machine Learning Algorithms for Recyclability Status [Електронний ресурс] // School of Computing National College of Ireland. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://norma.ncirl.ie/3422/1/mandarsatvilkar.pdf>.
5. Trash Annotations in Context [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://tacodataset.org/>.
6. Liang-Chieh Chen, George Papandreou, Florian Schroff, Hartwig Adam. Rethinking Atrous Convolution for Semantic Image Segmentation [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://arxiv.org/pdf/1706.05587v3.pdf>
7. Pascal VOC benchmark [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://host.robots.ox.ac.uk/pascal/VOC/>.
8. MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://arxiv.org/abs/1801.04381>.
9. Imagenet [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://image-net.org/>.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ДІЯЛЬНОСТІ СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ

Інформаційні технології в наш час широко використовують у всіх сферах життя і діяльності людей. Це стосується як безпосередньо побуту кожної людини, так і автоматизації виробництва. Автоматизація дає великий поштовх виробництву, значно полегшує бізнес-процеси. При цьому страховий ринок не є винятком. Питання автоматизації страхової діяльності постало зовсім недавно, оскільки ця предметна область вважається однією з найскладніших при проектуванні інформаційних систем.

Існує кілька систем, які забезпечують підтримку діяльності страхових компаній. Серед них найбільш відомими в Україні є EWA і ProfITSoft .

Система EWA [1] — досить масштабна і її вважають однією з найбільш розвинених. Відповідно до статистики, поданої на сайті EWA, 12% усіх полісів обов'язкового страхування цивільно-правової відповідальності реалізуються за допомогою цієї системи, а це більше 200 тис. договорів за місяць. Інформаційна система має API для підключення електронних продажів на сайті страховика. Цікавим також є те, що маркетплейс Hotline finance надає перевагу страховим компаніям, підімкненим до системи EWA. Станом на початок 2021 року цією системою користуються 48 страхових компаній. З одного боку, це перевага, оскільки така статистика відображає довіру до системи, з іншого — це і недолік, оскільки у випадку звернень до технічної підтримки заявка користувача буде оброблятися досить довго. До недоліків можна віднести ще й те, що в системі EWA багато функцій складно, а деякі взагалі неможливо реалізувати, наприклад, процес зміни умов за страховим продуктом або зміна друкованої форми договору включає в себе повне закриття поточного продукту і створення нового, а додаткові поля договору страхування неможливо експортувати в файл.

Система ProfITSoft [2] є менш популярною (нею користуються 26 страховиків), але вона охоплює набагато більше бізнес-процесів. У ній реалізовано облік бланків суворої звітності, облік договорів страхування, продаж онлайн-договорів, андеррайтинг, врегулювання, супровід договору, перестрахування.

Щодо закордонних аналогів, то їхня кількість є малою, оскільки страхові компанії все активніше створюють свої власні системи і налаштовують їх під особливості своєї діяльності. Система BindHQ — одна з провідних загальнодоступних іноземних систем, проте кількість укладених договорів, не дивлячись на рейтинги [3], становить менше 26 тис. на рік [4].

Усі існуючі системи об'єднує один головний фактор — ціна (наприклад, користування системою EWA коштує 10 тис. грн на місяць, ProfITSoft — 33 тис. грн на місяць або 1,7 млн грн разово, BindHQ — від 275 дол. на місяць). На жаль, на сьогодні не існує системи для страхової компанії з відкритим сирцевим кодом, яка б охоплювала всі бізнес-процеси. Це означає, що страхові компанії повинні або вести облік за допомогою загальнодоступних систем і платити кошти за користування ними, або використовувати офісні програми Microsoft Excel, Access, Word для збереження даних і створення друкованих форм договорів страхування, або створювати власні системи обліку, які можна налаштовувати під кожну конкретну страхову компанію.

Через вище зазначені причини було прийнято рішення розробити автоматизовану систему підтримки діяльності страхової компанії. У програмній системі розмежовані умови укладання договору для агентського каналу і для співробітників дирекцій компанії. Запропонована система розрахована як на реалізацію своїх власних договорів

страхування, так і договорів страхування компаній-партнерів. За її допомогою можна укласти бланкові договори страхування, надруковані на типографських бланках, паперові договори страхування, які друкуються за попередньо налаштованою формою в форматі PDF, та електронні договори страхування для продажу через сайт компанії, причому в якості підпису страхувальника використовується одноразовий електронно-цифровий підпис (відповідно до закону України про електронну комерцію [5]). При передачі актів автоматично створюється акт передачі бланків, що посилює контроль за ними. Укладені договори страхування опрацьовуються окремою особою — андеррайтером, який перевіряє правильність внесення даних, після чого редагування договору забороняється.

У програмній системі також реалізовано можливість створювати реєстри агентів для зручності проведення їхнього обліку. Обмін даними між страховими компаніями можливий за допомогою CSV-файлів: користувач створює реєстр для партнера, на основі якого потім створюється акт отриманої винагороди і нараховується комісійна винагорода.

Працівники бухгалтерії мають можливість відмічати факт отримання оплати за договором і розраховувати суму коштів до повернення при достроковому розірванні договору. Комісійна винагорода агента і дирекцій розраховується самою системою з автоматичним створенням акту виплати комісійної винагороди в форматі PDF, що унеможливує махінації з комісією. Крім цього, є можливість створення звітів, що в даний час актуально у зв'язку зі зміною регулятора страхової діяльності [6].

Розроблена система є досить гнучкою: реалізовано можливість підключення по API до інших інформаційних систем; передбачено відправлення даних до Моторного (транспортного) страхового бюро України; відправлення електронної пошти, СМС-повідомлень і повідомлень в месенджер Telegram.

Систему створено на основі хмарної платформи Amazon Web Services (Elastic Compute Cloud). Усього створено чотири сервери: один сервер використовується в якості VPN-сервера (встановлено програмне забезпечення OpenVPN), ще один сервер — тестовий і два робочих (база даних MariaDB і веб-сервер HTTPD). Усі сервери працюють на операційній системі Linux. Як мови програмування використано PHP на серверній та JavaScript на клієнтській стороні. Цей вибір зумовлений кросплатформністю, високою швидкістю і гнучкістю. Для генерації PDF-документів використовується бібліотека TCPDF, для генерації Excel- і Word-файлів — бібліотека TinyButStrong. Для відправлення СМС, електронної пошти і повідомлень в Telegram використовуються cURL-запити. При виборі програмного забезпечення основним критерієм була відсутність оплати за використання бібліотек і технологій.

У цілому розроблена система досить гнучка, вона охоплює всі бізнес-процеси страхової діяльності. Порівняно з аналогічними системами її однозначною перевагою є відсутність оплати за використання, а також налаштовані зв'язки з уже існуючими базами обліку.

Перелік посилань:

1. Сайт програмного забезпечення EWA. — ewa.ua
2. Сайт програмного забезпечення ProfitSoft. — profitsoft.ua/solutions.php
3. Best Insurance Software Solutions Used By Insurance Companies. — <https://softwaresuggest.com/insurance-software>
4. Agency management software for MGAs, MGUs, & Wholesalers. — bindhq.com
5. Закон України про електронну комерцію. — <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/675-19#Text>
6. Закон України про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо удосконалення функцій із державного регулювання ринків фінансових послуг. — <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/79-20#Text>

ОБРОБКА ГІДРОАКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МАШИННОГО НАВЧАННЯ І GPU-РЕСУРСІВ

Задачі обробки і використання гідроакустичних сигналів виникають у військовій галузі, морській навігації, риболовничій розвідці, океанологічних дослідженнях, підводній локації, зв'язку тощо. Отримані з гідроакустичних пристроїв дані мають зашумленість. Для їхнього очищення від шумів і виявлення корисних сигналів існує досить багато числових методів [1], які застосовуються в різних практичних ситуаціях.

У наш час при розв'язуванні обчислювальних задач, для яких розробка і програмування явних алгоритмів є досить складним або навіть неможливим процесом, використовують машинне навчання [2]. Для аналізу даних, зібраних за допомогою гідроакустичних пристроїв, також можна скористатися методами машинного навчання і створити моделі, які будуть використані при подальшому прогнозуванні або виявленні аномалій у водному середовищі. Такі моделі дають можливість одержувати точніші дані про місцезнаходження, розмір, швидкість руху, природу об'єктів.

Машинне навчання являє собою не зовсім звичайний явно-описаний алгоритм. Його можна порівняти з набором дій, які для створення моделі та подальшого її застосування зберігають велику кількість проміжних параметрів. Відповідно при навчанні моделі потрібні великі обчислювальні ресурси для знаходження параметрів, а при застосуванні модель виконує прохід по всіх параметрах для знаходження необхідного результату. У багатьох випадках ресурсів центрального процесора може бути недостатньо для виконання всіх описаних дій. У таких ситуаціях частину обчислень можна перенести на графічний процесор на допомогою технології CUDA.

Технологія CUDA — програмно-апаратна архітектура паралельних обчислень, яка дає можливість істотно збільшити обчислювальну продуктивність завдяки використанню графічних процесорів фірми Nvidia. Засоби розробки CUDA SDK надають можливість включати в тексти С-програм виклики підпрограм, які виконуються на графічних процесорах Nvidia. Це реалізовано шляхом команд, які записуються з використанням особливого діалекту мови С. Архітектура CUDA дає розробнику можливість на свій розсуд організувати доступ до набору інструкцій графічного прискорювача і керувати його пам'яттю.

Створена програмна система машинного навчання виконує кластеризацію гідроакустичних сигналів, що дає можливість виділяти ті сигнали, які входять до найближчого за певними характеристиками кластеру; система також досліджує інформацію на наявність аномалій. При цьому для обробки гідроакустичних сигналів використано підхід, пов'язаний з навчанням дерев рішень — створено модель Decision Tree. Для прогнозування разом зі звуковою інформацією також потрібні приклади відповідних даних (множина даних, яка йде в парі зі звуковими сигналами і надає приклад того, що потрібно прогнозувати). Виявлення аномалій не потребує додаткової інформації, даний метод буде зосереджуватися на пошукові нестабільності у вхідних даних. Крім обробки гідроакустичних сигналів, система забезпечує зчитування інформації, зберігання її в базі даних, візуалізацію вхідних сигналів і результатів їхньої обробки. Завдяки візуалізації легко можна побачити залежність між вхідними й вихідними даними.

Враховуючи велику кількість необхідних ресурсів, було вирішено створювати програмний комплекс у вигляді багатокомпонентної системи, модулі якої розподілено по контейнерах. Для керування і, за потреби, масштабування, було обрано систему оркестрації Kubernetes, до якої будуть прив'язані всі потрібні модулі. Умовно систему

можна поділити три частини: UI, Backend, Connection components (компоненти для проміжного зв'язку контейнерів).

UI-компоненти призначені для відображення і візуалізації даних, які проходять через систему. Для UI-компонентів використано мову JavaScript і веб-фреймворк React. До допоміжних бібліотек для візуалізації включено бібліотеки Three.js і plotly.js. Компоненти користувацького інтерфейсу реалізовано як набір сторінок single-page-application. Кожен окремих додаток зберігається як мінімізований набір html, css, js-файлів і пересилається до браузера користувача за допомогою проміжного компонента nginx за відповідною хост-адресою.

Backend-частина системи переважно створена за допомогою мови програмування Python [3]. Вона реалізована як мікросервіси з великою кількістю модулів для виконання задач. Ці мікросервіси можна розділити на:

— публічні точки входження, що являють собою REST API з набором ендпоінтів для запуску певних задач, відслідковування прогресу та отримання результатів. Вони написані за допомогою веб-фреймворку Flask і певних надбудов для серіалізації даних. Серед них: RESTPLUS (побудова JSON-відповідей), marshmallow (серіалізація даних з Python до JSON, десеріалізація з JSON до Python і валідація), ApiDocs (побудова автоматичної документації для опису точки входження);

— оркестратор сервісів, зв'язаний з точками входження і з обчислювальними компонентами. Він приймає виклики від публічних точок входження і запускає завдання для обчислення на відповідних компонентах;

— модульні компоненти обчислення. Вони приймають виклики від оркестратора і виконують тренування моделей, застосування моделей, експорт результатів. Виконання обчислень відбувається за допомогою таких бібліотек мови, як: NumPy, SciPy, Pandas, TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn. Для кожного завдання вони оновлюють прогрес, який можна відслідковувати на UI. До більшості компонентів обчислень прив'язані GPU-ресурси і встановлено програмне забезпечення для використання CUDA, що надає можливість виконувати калькуляції на графічному процесорі.

Описані модулі комунікують між собою за допомогою використання RPC-викликів та організації івентів, які публікуються за допомогою частини Connection components. Для більшості з них встановлено відповідні бібліотеки для комунікації з компонентами зв'язку такі, як: sqlalchemy, pycorg2, redis, pika, kombu.

Частина Connection components є набором контейнерів, побудованих з уже існуючих Docker-втілень, які відкривають певні порти для всіх backend-компонентів у системі для надання можливостей комунікації між ними. Для даних компонентів використано такі технології: Mosquitto/RabbitMQ для організації обміну повідомленнями, що надає можливість використання RPC та івентів, Redis для обміну серіалізованими текстовими даними та синхронізації виконання, PostgreSQL для тривалого зберігання текстових даних і вбудований набір функціоналу Kubernetes для створення спільних файлових систем, які будуть змонтовані в кожен сервіс, що їх потребує, для зберігання великих файлів.

Система є гнучкою для розширення функціоналу і може стати основою для розробки більш точних вузьконаправлених продуктів.

Перелік посилань:

1. Зверев В.А, Стромков А.А. Выделение сигналов из помех численными методами. — Нижний Новгород: РАН ИПФ, 2001. — 188 с.
2. Вьюгин В.В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования. — М.: МЦНМО, 2018. — 384 с.
3. Плас Дж. Вандер. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. — СПб: Питер, 2018. — 576 с.

МЕТОДИ ГЕНЕРАЦІЇ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ В СИСТЕМІ ПІДТРИМКИ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ

У наш час все більшої популярності набирає тестова форма перевірки знань учнів та студентів. Найбільшою мірою це актуально для студентів дистанційної та змішаної форм навчання, адже в деяких випадках можливість перевірки знань, чи то тематичне оцінювання, чи семестровий контроль, є обтяжливою через відсутність контакту з викладачем. Процес створення тестів вимагає значну кількість часу та ресурсів від викладачів. Для економії часу та зменшення навантаження на викладачів необхідно шукати шляхи та розробляти технології автоматизації даного процесу. Існує досить значна кількість методів для досягнення кінцевого результату – генерування готового тесту, але кожен з них має як свої переваги та недоліки.

Першою до розгляду пропонується технологія створення тестових завдань в системі підтримки дистанційного навчання. Будь-який тест даної системи створюється на основі блоків запитань, які заповнюються вручну фахівцями з певних областей [1]. Слід звернути увагу на основні переваги, що має дана система. Найголовнішою перевагою є те, що створивши базу даних з питань та відповідей, можна згенерувати будь-яку кількість варіантів даних тестових завдань, а також те, що створені запитання є параметризовані, що в свою чергу дозволяє створювати скільки завгодно тестів. Недоліком даного підходу є те, що база знань, створювана для генерації тестів, заповнюється вручну. Для автоматизації створення банків питань і тестів на їх основі існує технологія обробки слабо структурованого текстового контенту. Вона дозволяє виконати розмітку текстового контенту з метою подальшого його машинної інтерпретації, в результаті якої вихідний текстовий контент перетворюється в формат Moodle XML [2], на основі якого автоматично створюється контрольна робота або іспит в Moodle. Ця технологія спрощує процес створення тестових завдань, проте невирішеною залишається проблема розмітки текстового контенту, яка як і раніше здійснюється вручну.

Технологія, заснована на шаблонних моделях, являє собою комп'ютерну програму [3], яка за допомогою бази знань та заданих алгоритмів генерує конкретні значення параметрів задачі, формулювання задачі, розв'язання а також правильну відповідь до нього. Це дозволяє створювати майже необмежену кількість тестових завдань, створених за допомогою одного шаблону, але з різною підстановкою параметрів. При створенні тестового завдання є змога отримати розв'язання даного завдання та правильну відповідь. Основним недоліком є те, що дана технологія орієнтована на створення тестових завдань по згенерованому шаблону, який базується на досить великій кількості вхідних даних, таких як база знань, алгоритм генерації параметрів, алгоритм формулювання задачі, алгоритм розв'язання задачі. Також створення великої кількості тестових завдань, які базуються на різних шаблонах, є досить затратний по часу та людським ресурсам процес. Дана технологія розрахована на конкретні дисципліни, де задачі мають підстановочні параметри та певний алгоритм розв'язання.

Одним із найпопулярніших методів для дослідження автоматизації контролю знань являється підхід застосування семантичних мереж для автоматизації побудови тестів. Основою даного підходу є так звані тріади [4-6]: сутність 1 – відношення – сутність 2. Завдання тесту будується завдяки опущенню однієї з ланок тріади і постановкою запитання про відсутню ланку. Головною перевагою даного підходу є здатність системи міркувати знаннями з предметної області. Недолік полягає у великих витратах при складанні завершеної семантичної мережі, яка б коректно відображала дану предметну

область, яка вивчається. Ще одним недоліком підходу є лінгвістична незрозумілість і, часом, недоцільність завдань, що генеруються [7].

Останнім до розгляду пропонується метод автоматизації процесу генерування тестових завдань, який базується на понятійно-тезисних моделях. Основною ланкою структури ПТМ є поняття, що вказує на деякий об'єкт у певній предметній області. Для представлення знань про поняття, понятійно-тезисна модель містить спеціальні структурні елементи – тези [8]. Тезу можна порівняти із ознакою, характеристикою або будь-яким твердженням, яке є істиною для даного поняття. Дана технологія дозволяє створювати тести з будь-якими типами питань та має відносно нескладний спосіб формулювання бази знань. Але все ж таки для кожної предметної області необхідно створювати свою базу знань. Формування бази знань відбувається вручну, що в свою чергу потребує додаткових ресурсів.

З наведеного вище огляду основних технологій автоматизованого створення тестових завдань впливає необхідність розробки нових, більш досконалих технологій, або удосконалення вже існуючих. Проаналізувавши переваги і недоліки кожної розглянутої, зроблено висновок, що найбільш прийнятною технологією є технологія генерування тестових завдань на основі ПТМ, так як її досить легко інтегрувати із навчальним матеріалом, який подається для вивчення учням та студентам. Даний зв'язок між навчальним матеріалом та семантичними даними є закладеним в самій моделі і задається під час формування бази знань. Також завдяки досить глибокій інтеграції даного методу з навчальним матеріалом існує можливість для точного визначення викладачем ділянок, які потребують повторення студентами та учнями.

Перелік посилань:

1. Дистанційне навчання як сучасна освітня технологія – Вінниця, 2017. – 102 с.
2. Moodle XML format [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://docs.moodle.org/310/en/Moodle_XML_format.
3. Кручинін В. В. Моделі і алгоритми комп'ютерних самостійних робіт на основі генерації тестових завдань / В. В. Кручинін, Л. І. Магазінніков, Ю. В. Морозова., 2006. – 258 с.
4. Єлизаренко Г. Н. Проектування комп'ютерних курсів навчання: концепція, мова, структура / Г. Н. Єлизаренко. – Київ: НТУУ "КПІ", 2001.
5. Slavomir S. Ontology as a Foundation for Knowledge Evaluation in Intelligent E-learning Systems / S. Slavomir, Ž. Branko, G. Ani. – Amsterdam: AIED'05 Workshop SW-EL'05: Applications of Semantic Web Technologies for E-Learning, 2005. – (Papers of 12th International Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED 2005)).
6. Berners-Lee T. Spinning the Semantic Web: Bringing the World Wide Web to Its Full Potential / T. Berners-Lee., 2005.
7. Титенко С. В. Генерація тестових завдань у системі дистанційного навчання на основі моделі формалізації дидактичного тексту / С. В. Титенко. – Київ: Наукові вісті НТУУ "КПІ", 2009. - № 1. – С. 47-57.
8. Титенко С. В. Практична реалізація технології автоматизації тестування на основі понятійно-тезисної моделі / С. В. Титенко, О. О. Гагарін. – Київ: Образование и виртуальность, 2006. – С. 401-412.

АДАПТАЦІЯ КАРТ ПОНЬЯТЬ У НАВЧАЛЬНИХ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКАХ

Розвиток інформаційних технологій та широке використання інтернету у різноманітних галузях професійної та наукової діяльності зробило інформаційно-навчальні веб-ресурси доступним та зручним джерелом різноманітної інформації загальноосвітнього та професійного спрямування [1].

Інформаційно-навчальні портали повинні бути пристосовані до онтологічно-орієнтованої моделі навчального контенту, що передбачає формалізацію інформаційного наповнення, онтологічне моделювання предметної області та дидактичну функцію, яка забезпечує подання та візуалізацію затребуваної навчальної інформації [1]. Набув поширення спосіб візуалізації професійно-навчальної інформації у вигляді карт понять різних типів.

Водночас, серед тенденцій сучасного світу усе більших масштабів набирає використання мобільних застосунків для спрощення доступу до необхідної інформації. Тому вбачається доцільним розробка мобільного застосунку, який вирішує дану проблему і є легким у використанні.

Вирішення даної проблеми існує серед деяких навчальних веб-ресурсів, наприклад «Semantic portal» [2], але немає аналогів серед мобільних застосунків. Тож розробка такого програмного продукту є унікальною науковою роботою, в якій досліджуються сприйняття карт понять студентами і їх вплив на когнітивні процеси.

Візуалізація грає дуже важливу роль у засвоєнні знань. Використання карт понять є корисним у цілому ряді галузей, що охоплюють початкову освіту та отримання експертних знань. Одна з переваг такого подання інформації полягає в тому, що карти понять, як правило, стислі та чіткі порівняно з текстовими повідомленнями того самого змісту. Дослідження [3] показує, що у картах понять доцільним є використання різних кольорів та геометричних фігур, що сприяє кращому запам'ятовуванню інформації. Таким чином, вони забезпечують швидке, легке розуміння нових понять, сприяють аналізу та синтезу ідей, і дають можливість пояснити своїми словами вивчену предметну область, що в свою чергу значно покращує процес навчання.

Однак, інші дослідження [4] виявляють, що учням важко отримати корисну інформацію з карти понять, у якій присутня велика кількість вузлів, а зв'язки між ними заплутані та складні, рисунок 1. Це також ускладнює візуалізацію такої карти на мобільному пристрої в умовах обмеженого розміру екрану

Проблема великої кількості дуг особливо відчутна у випадку застосування мобільних пристроїв. Обмежений розмір екрана ускладнює створення візуалізації повної карти понять. Пропонується рішення цієї проблеми, що є інтуїтивним інтерфейсом, у якому користувач бачить лише певний сектор карти. На рисунку 2 зображено концепт інтерфейсу мобільного застосунку, де користувач бачить лише зв'язки, які стосуються обраного поняття. Це допомагає не відволікатися на непотрібну інформацію. Інтерфейс також передбачає використання міні-карти для наочного і швидкого переходу між пов'язаними поняттями.

Для розробки мобільного застосунку вбачається за доцільне використання фреймворку Flutter на мові програмування Dart від компанії Google [5]. Flutter – це новий інструментарій від Google для створення мобільних застосунків. Він дає розробникам змогу швидко будувати виразний інтерфейс.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ НА ОСНОВІ ПРОГРАМНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ЗАВДАНЬ

Сьогодні популярність дистанційної і змішаної форми навчальної процесу є високою як ніколи. Серйозним питанням є організація контролю знань. Оцінка знань студентів з використанням традиційних контрольних заходів не об'єктивним і достовірним методом, який не дозволяє побудувати ефективну систему управління якістю навчання. Сьогодні вибір технічних засобів за останні роки значно збільшився. Більшість студентів володіє мобільних пристроєм з доступом до Інтернету і інтернет-трафік невинно росте. В роботі [1] описано опитування, проведене в 2012 році серед студентів. 67% опитаних вважають, що мобільний телефон має безпосереднє відношення до їх академічного успіху. Широке використання технічних засобів для повсякденних і професійних задач сигналізує про актуальність пошуку шляхів їх ефективного застосування в освіті. Одним із способів є впровадження комп'ютерного тестування.

Автоматизований контроль знань стрімко розвивається і широко використовується. Такі системи використовуються на різних етапах навчання і вони переслідують різні цілі. Перевагами комп'ютеризованого тестування є його масовість, можливість охоплення великої кількості студентів за деякий проміжок часу, оперативне оброблення і представлення результатів тестування, виключення фактору суб'єктивного підходу зі сторони екзаменатора, можливість співставити результати і виявити типові помилки, облік яких дозволяє своєчасно корегувати процес засвоєння навчального матеріалу [2].

Зазвичай такі системи потребують банк тестових завдань. Побудова та введення бази тестових завдань досить складний і трудомісткий процес в силу того, вона має бути добре структурована, мати високий ступінь валідності, володіти репрезентативністю і надійністю. Загальна проблема більшості існуючих систем полягає в тому, що завдання розробляються повністю вручну користувачами системи, правила їх оцінки, еталони відповідей і умови. Трудомісткість зазначеного процесу істотно перевищує таку самого процесу тестування. А для формування універсальної бази тестових завдань існує низка супутніх проблем таких як: структуризація тестових завдань по курсам навчання, створення завдань однаковою мірою складності, процедур вибірки завдань на конкретну цільову завдання тестування, забезпечення конфіденційності роботи з базою тестових завдань [3]. Для збільшення кількості тестових завдань, зменшення ймовірності недоброчесного проходження контролю там списування було розроблено ряд методів генерації багатоваріантних тестових завдань і систем які їх реалізують.

Система дистанційного навчання, яка описана в роботі [4], пропонує вирішити задачі формалізації і алгоритмізації формування тестових завдань використовуючи онтологічний опис навчального матеріалу на основі понятійно-тезисної моделі. Використаний підхід полягає в формуванні онтологічних зв'язків між частинами навчально матеріалу і генерації завдань по шаблону, які можуть бути створені без необхідності змінювати програмний код системи [5].

Цей підхід реалізований, розроблена рання версія програмного комплексу для генерації тестових завдань і побудований веб-інтерфейс для роботи з системою, який доступний за наступним посиланням: <http://rpi.leon.in.ua/>. Розробка системи продовжується, планується інтеграція системи з освітнім порталом Semantic Portal (<http://semantic-portal.net/>). Майбутні дослідження будуть фокусуватися на покращенні алгоритму побудови завдань і їх покращенні, планується розширити класифікацію тез і понять. Планується додання можливості розділення користувачів за категоріями,

наприклад, студент і викладач.

Перелік посилань:

1. Gikas, Joanne, and Michael M. Grant. "Mobile computing devices in higher education: Student perspectives on learning with cellphones, smartphones & social media." *The Internet and Higher Education* 19, 2013. — P. 18-26.
2. Автоматизоване тестування в навчальному процесі [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Автоматизоване_тестування_в_навчальному_процесі
3. Заїчко О.П., Круглий Д.В., Титенко С.В. Генерація багатоваріантних тестових завдань на базі онтологічного опису в навчальних системах з використанням мобільних пристроїв. Сталий розвиток — XXI століття. Дискусії 2020: колективна монографія / Національний університет "Києво-Могилянська академія" / за ред. проф. Хлобистова Є.В. — Київ, 2020. — 476 с. — Електронне видання. ISBN: 978-617-7668-22-9
4. Гагарін О.О. Системи і технології комп'ютерного тестування (аналітичний огляд). Сталий розвиток — XXI століття. Дискусії 2020: колективна монографія / Національний університет "Києво-Могилянська академія" / за ред. проф. Хлобистова Є.В. — Київ, 2020. — 476 с. — Електронне видання. ISBN: 978-617-7668-22-9
5. Титенко С. В. Генерація тестових завдань у системі дистанційного навчання на основі моделі формалізації дидактичного тексту / С. В. Титенко // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2009. – № 1(63). – С. 47 - 57.

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ РЕГУЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ОХОЛОДЖУЮЧОЇ СИСТЕМИ АТОМНОЇ СТАНЦІЇ

Опис водного контуру охолоджуючої системи АЕС. В ядерному реакторі внутрішньорядна енергія перетворюється на теплову, яка відводиться теплоносієм трубопроводами першого контуру до парогенератора, де через поверхню нагріву тепло передається робочому тілу. Охолоджений теплоносій за допомогою головного циркуляційного насоса (ГЦН) знову спрямовується до реактора, і контур замикається. Робочим тілом служить звичайна вода, що генерується в парі. Пара по трубопроводах робочого контуру направляється до турбогенератора, в якому послідовно теплова енергія перетворюється на механічну, а механічна - в електричну [1]. АЕС має багато контурну систему охолодження зони реактора. До одного з них включено ставок охолодження води

Охолодження проводиться як поверхневим охолодженням, а також посилюється за рахунок додаткових процедур на бризкальних установках. Схематично процес охолодження у цьому ставку наведено на рис. 1.

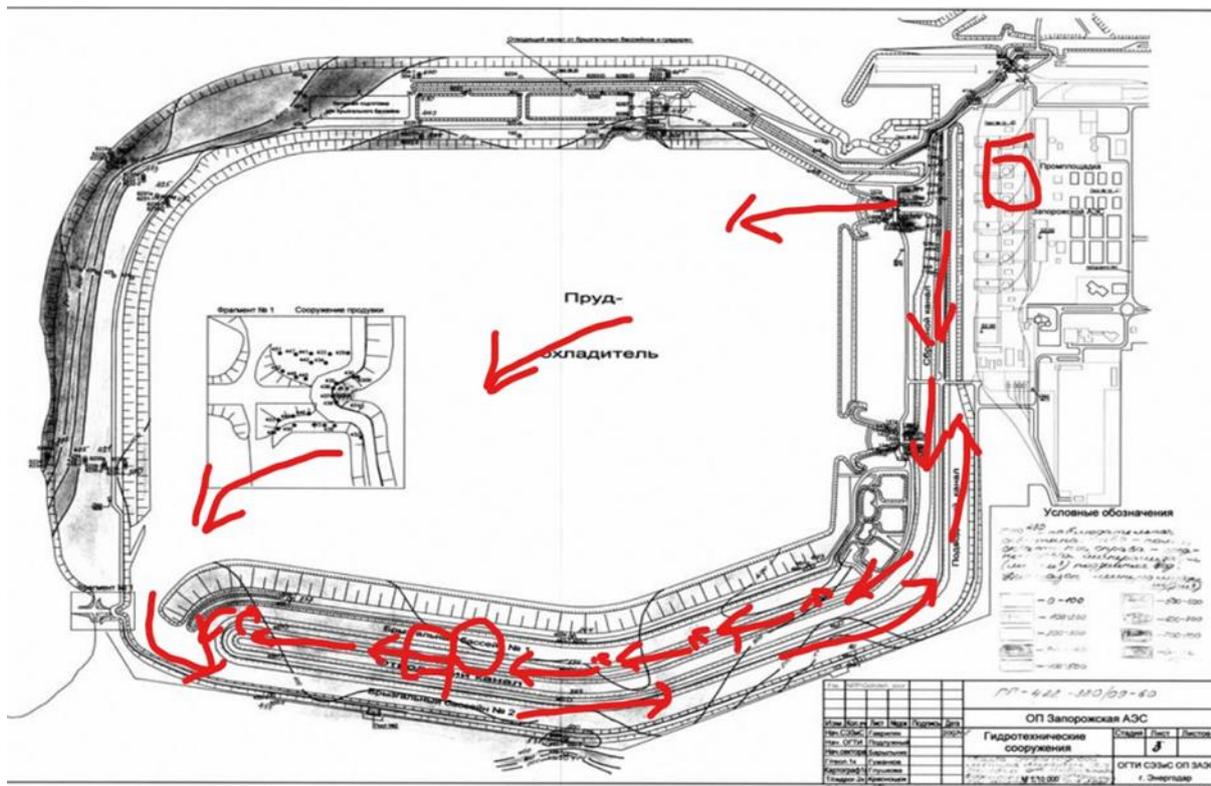


Рисунок 1 – Схема перебігу води у ставку охолодження

Вода в ставку проточна і впадає в вихідний канал після бризкалок. Напрямки її просунення по ставку схематично показано червоним кольором та має два канали. В кінцевому підсумку обидва канали зливаються знову у охолоджуючу систему зони реактора. На рисунку 1 схематично зображено послідовність перебігу води. Б-блоки, Ф-фонтани (бризкальні модулі) [2].

У бризкальних установках розрізняють два поля і дві градирні, які зображені зверху над ставком охолоджувачем. Вони здатні охолодити максимум 2 блоки. Вони є

найбільш ефективним засобом охолодження ніж все інше що є на станції. Управління цими полями та градирнями потребує підтримки заданого режиму їх включення /відключення в залежності від реальних показників температури на вході та виході ставку, погодних умов, сезону та таке іншого.

Проблема. На даний час існує методика включення та відключення градирень та насосів для забезпечення потрібного температурного режиму, яка полягає у наступному. За різницею показань температур на виході від блока та потрібної температури охолоджуючої води на вхід системи охолодження блоку виконуються процедури включення або вимкнення градирень та насосів бризкальної установки. Цей процес є дуже повільним та залежить від опиту операторів цих установок.

Пропонуємо. У роботі пропонується розробити засоби комп'ютерного моделювання для вироблення даних для побудови більш контролюємої процедури, яка покращила б управління насосами та градирнями. Пропонується розробити алгоритм включення/ вимкнення градирень та насосів відповідно реально зафіксованих значень температур, величин їх розбіжності для різних погодних та сезонних умов. Тобто в залежності від показників температури води після ставка і температури після бризкалок порівняти їх значення з режимним графіком підтримки температури циркуляційної води. Отримані розходження показників нададуть приблизні моменти включення або відключення насосів та градирень. Крім цього, у ході проведення комп'ютерного моделювання можливо отримати уточненні показники режимного графіку температур та виробити функціональну управляючу залежність для процедур включення або вимкнення яка на кожен реальну ситуацію буде кращою (краще охолоджує воду).

Для рішення описаного підходу пропонуємо покрокове реалізувати наступне

1. Провести аналіз існуючих даних комп'ютерними засобами для побудови режимного графіка підтримки температури циркуляційної води енергоблоків в залежності від середньодобової температури оточуючого середовища. тобто

2. Розробити систему оперативної фіксації температур у контрольних точках охолоджуючої ставка

3. Провести порівняльний аналіз отриманих та існуючих температурних режимів з ціллю вироблення рекомендацій

4. Сформуванати систему комп'ютерного моделювання охолоджуючої системи для виявлення більш деталізованої залежності температурних режимів від погодних умов.

Роботи розраховані на дворічний термін виконання. На сьогоднішній час розроблені засоби для більш оперативного та детального збору даних температурного режиму в охолоджуючому ставку на базі мобільних пристроїв, а також створюється методика оцінювання режимів охолодження в залежності від погодних умов у зоні станції та формуються правила вироблення управляючих рішення (включити або вимкнути насоси градирні) та на якому режимі-(швидко, повільно). Далі плануються розробити процедури прогнозу типу що буде коли зробимо включення або вимкнення устаткування та за якийсь час отримуємо потрібні значення температури.

Перелік посилань:

1. Принцип роботи АЕС електронний ресурс <https://www.sunpp.mk.ua/uk/node/123>
2. Коэн П. – Технология воды энергетических реакторов.djvu

СИСТЕМА ВИКЛИКУ ПІДПРОГРАМ КОМАНДАМИ, СФОРМУЛЬОВАНИМИ ПРИРОДНОЮ МОВОЮ

Програмний агент є системою для перетворення команд, заданих користувачем природною мовою, на виклик відповідної підпрограми з певного набору. Такі системи сприймають команду через один або кілька інтерфейсів взаємодії, як, наприклад, текстовий чат або ж голос з мікрофона. При аналізі існуючих систем було виявлено такі типи розумних помічників за інтерфейсом взаємодії:

- розумні чат-боти, якщо сприймаються текстові команди;
- голосові асистенти, якщо сприймаються голосові команди;
- змішані, якщо, залежно від ситуації, змінюється інтерфейс взаємодії.

Здебільшого, голосовий інтерфейс — це просто модуль, який перетворює голосову команду на текстову і передає її до текстового інтерфейсу. Цей етап може мати певні оптимізації, які стосуються виправлення помилок, врахування інтонації, перевірки прав користувача щодо користування пристроєм за голосом.

Голосовий помічник постійно слухає і обробляє вхідний звук, очікуючи на ключові фрази, що призводять до його пробудження і виконання команди користувача. Такий підхід дає можливість зменшити використання ресурсів і не заважати користуватися програмним чи апаратним комплексом, доки немає потреби в помічнику. Тим не менше, це змушує голосового помічника чутливо реагувати на ключові слова, навіть дещо схожі на цільові, оскільки, якщо помічник не активується, користувач отримує більше шкоди, ніж, коли помічник активується помилково. Це потрібно в ситуаціях, коли встановлено неякісний мікрофон, коли наявні шуми або клієнт погано розмовляє цільовою мовою (наприклад, діти чи носії діалектів). До того ж, як правило, сам пристрій майже не обробляє команди користувача, оскільки має обмежені ресурси. Тому на пристрої здебільшого працюють менш точні алгоритми, а велика частина інформації передається для обробки в хмарні сервіси (cloud services).

Це також дає можливість помічникам збирати багато персональної інформації про користувача, а монопольне положення корпорацій-розробників — диктувати правила їхньої обробки і використання.

Пошукова система Google, наприклад, може використовувати дані користувача для налаштування персоналізованої реклами, але не передає ці дані третім особам і надає користувачам певні можливості щодо налаштування збору, збереження та обробки даних. Користувач також може їх видалити за бажанням. Користувач також може подивитися, яку саме інформацію про нього збирає помічник та інші сервіси Google.

Під час аналізу систем розумних помічників за можливістю створення й додавання нових команд було виявлено такі типи:

- системи з фіксованим набором команд;
- системи з можливістю створювати та додавати команди;
- змішані.

Системи першого типу надають лише функціонал, розроблений одночасно з помічником. Їхня перевага в тому, що такий функціонал здебільшого не є потенційно небезпечним, глибоко інтегрується з системою і реагує на природну мову з більшою якістю і точністю, оскільки розробники заздалегідь знали набір команд і налаштували систему точніше реагувати на пов'язані запити. Такими були системи Google Assistant і Siri в ранніх версіях.

Системи другого типу надають користувачеві можливість додавати команди, розроблені сторонніми розробниками. Прикладами є системи Alexa Skills, Google Assistant Skills, Siri Shortcuts.

Щодо систем змішаного типу, до якого належать Google Assistant, Amazon Alexa, Apple Siri, то тут частина функціоналу була заздалегідь реалізована розробниками, а частина — сторонні команди. Відповідно, для обробки вбудованих і нових команд можуть застосовуватися різні механізми за умови налагодження зв'язку між ними.

Для забезпечення приватності даних було прийнято рішення розробити систему, яка збирає та обробляє дані на пристрої користувача, без необхідності передавати їх на сервер. У рамках роботи планується реалізувати текстовий інтерфейс, а також систему з можливістю додавати нові команди. Така задача накладає певні обмеження на механізми обробки тексту.

Більшість розумних помічників мають закритий код, тому неможливо дослідити принципи їхньої роботи. У зв'язку з цим надалі буде подано рішення і певні висновки, які вдалося отримати на власному досвіді та за допомогою аналізу роботи існуючих систем (Google Assistant та Siri).

Для обробки команд, поданих природною мовою, використовується апарат Natural Language Processing / Understanding (NLP — обробка/розуміння природної мови). Це підрозділ науки про дані (Data Science) та машинного навчання (Machine learning).

Системи, які складаються тільки з фіксованої кількості наперед заданих команд, можуть звести задачу до класифікації тексту, що належить до класу навчання з вчителем (supervised learning). Іншими словами, навчання такої системи вимагає певного набору даних (Dataset), здебільшого досить великого. Перевагою такого підходу є те, що розробники заздалегідь можуть оцінити якість роботи програми. Враховуючи, що розроблювана система не має власної екосистеми, а, відповідно, і заздалегідь відомих команд, то критично необхідною є розробка алгоритму, здатного обробляти нові команди без зміни коду чи перенавчання моделі класифікації з додатковим класом.

У даному дослідженні запропоновано підхід, який полягає в перетворенні тексту на семантичний вектор. Особливістю таких векторів є те, що схожі вектори будуть розміщуватися поряд у просторі [1]. Такий підхід називають вкладенням слів (word embedding). Існують вже реалізовані методи обробки природної мови такі, як Word2Vec, GloVe, fastText. Вони також можуть поділятися на різні архітектури. Усі методи дають можливість перетворити слово на вектор, але перші два мають схожі результати і вимагають, щоб слово, яке треба перетворити на вектор, було в словнику вже навченої моделі. Метод fastText передбачає також проведення морфологічного аналізу і не вимагає, щоб слово було в словнику. Метод Word2Vec краще вловлює семантичний зв'язок, а fastText — працює зі словами, які рідко вживаються.

Метод Word2Vec найкраще підійшов для розв'язання поставленої в даному дослідженні задачі; він також має вже навчені на великих текстових корпусах (наборах) моделі. У розробці використано модель, навчену на 685 тисячах слів з блог-постів і коментарів [2]. Ця модель кодує слово у вектор з розмірністю 300 значень. Для того, щоб знайти міру подібності між двома векторами, використано метрику косинусної подібності.

У результаті отримано робочу модель, здатну перетворювати вхідний запит користувача на семантичний вектор, який порівнюється з базою семантичних векторів заданих команд (підпрограм).

Перелік посилань:

1. Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space [Електронний ресурс] / Т. Mikolov, К. Chen, Г. Corrado, J. Dean. — 2013. — Режим доступу до ресурсу: <https://arxiv.org/abs/1301.3781>.

2. spaCy v3.0. Models [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://spacy.io/models/en>

МЕТОДИ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ У БЕЗДРОВОВИХ МЕРЕЖАХ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ

Концепція Інтернету речей (Internet of Things – IoT), представляє себе як майбутнє Інтернету. Ця концепція спрямована на те щоб надати будь-якому об'єкту можливість підключення до Інтернету та здійснювати обмін даними з іншими об'єктами. На технології Інтернету речей було проведено декілька досліджень, які призвели до розвитку та впровадження системи на основі конкретних проектів. Наприклад, відомими прикладами імплементації цієї системи є «Розумний будинок», «Розумна ферма», «Інтелектуальний транспорт» та «Розумне місто» [1].

Комунікація між об'єктами є одним з ключових моментів для створення системи на основі Інтернету речей. Бездротовий зв'язок забезпечує такі переваги як мобільність, відсутність дротів для підключення, доступність підключення нових пристроїв до Інтернету. Саме тому бездротова сенсорна мережа (Wireless Sensor Networks – WSN) є одна з найуспішніших мереж для розгортання Інтернету речей. Однак ця мережа також асоціюється з багатьма проблемами, що є у бездротових мережах, такі як енергетична ємність, обчислювальна здатність та пропускна здатність зв'язку. Управління мережею та безпека також потребують більшої уваги.

На сьогодні існує декілька технологій бездротового зв'язку, що залежать від радіусу своєї ефективної роботи, починаючи від малого радіусу (ZigBee, 6LowPAN) до великого (LoRa, Sigfox, UNB, weightless, LTE-M). Широкомасштабні мережі з низькою потужністю (Low Power Wide-Area Network – LPWAN) покращають існуючі та багато нових додатків Інтернету речей завдяки низькій потужності та зв'язку між ними на великій відстані [2]. На (рис. 1) зображено порівняльну характеристику різних бездротових технологій радіозв'язку, для коротких відстаней використовують технології Bluetooth, RFID, NFC. Для великих та середніх відстаней використовують VSAT, LPWAN.

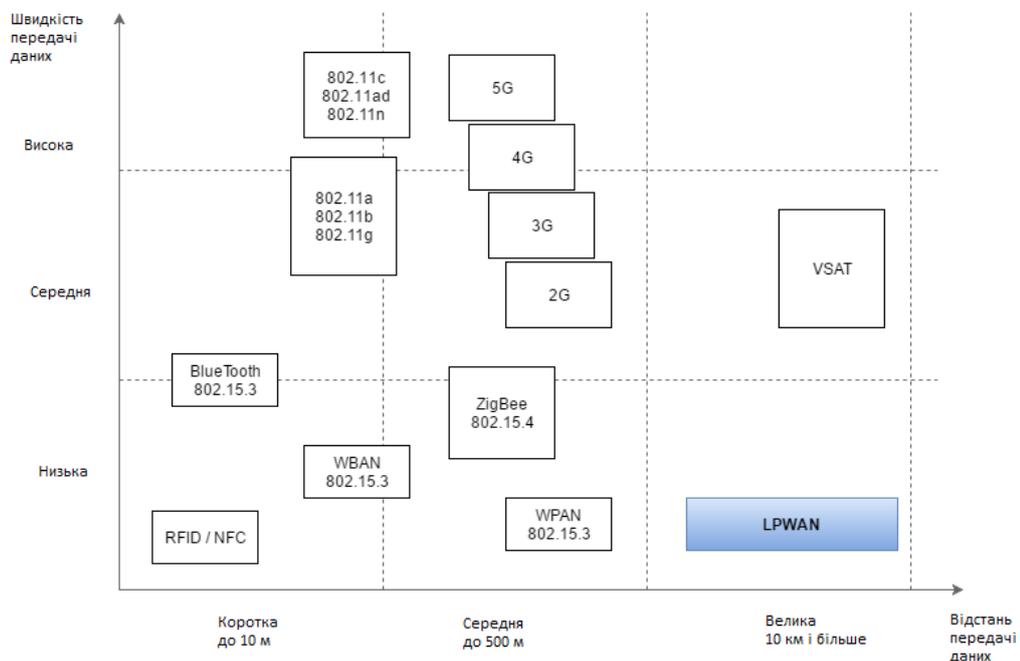


Рисунок 1 – Порівняння LPWAN з іншими бездротовими технологіями

LPWAN спеціально орієнтовані на ситуації, коли необхідно велике покриття з низькою вартістю розгортання, не потрібні високі швидкості передачі даних та мережа повинна мати низьке споживання енергії.

LoRa (Long Range) – це технологія LPWAN, яка використовує неліцензований радіочастотний спектр у промисловій, науковій та медичній радіочастотній смузі. LoRa забезпечує високий термін служби акумулятора на пристроях, високий рівень зв'язку між пристроями та підтримку великої кількості пристроїв у мережі.

LoRaWAN – це протокол бездротового зв'язку, що був розроблений компанією LoRa Alliance для вирішення проблем передачі даних на великі дистанції з використанням на фізичному рівні LoRa [3]. Він спеціально був спроектований для мереж з великим діапазоном, низьким енергоспоживанням та низькою швидкістю передачі даних. Система Інтернету речей, що використовує протокол LoRaWAN має великий радіус дії, захищене з'єднання між пристроями та високу надійність зв'язку.

Невблаганна статистика показує збільшення аварій техногенного характеру та ускладнення наслідків від них. Не будемо аналізувати причини, що їх породили, а запропонуємо заходи по їх запобіганню. Катастрофи, що відбулися останнім часом в теплопостачанні, наочно показали важливість своєчасного моніторингу для миттєвої реакції на аварії [4].

З розвитком технологій Інтернету речей та LPWAN мереж, створення автоматизованих систем онлайн моніторингу теплотрас та інших інженерних мереж стає можливим без використання дорогих девайсів.

Створення таких систем також має негативні наслідки, оскільки для підтримки та встановлення таких систем потрібні більш кваліфіковані спеціалісти для обслуговування інженерних мереж.

Перелік посилань:

1. Интернет вещей: учебное пособие / А. В. Росляков, С. В. Ваняшин, А. Ю. Гребешков – Самара: ПГУТИ, 2015. – 200 с.
2. A Study of LoRa: Long Range & Low Power Networks for the Internet of Things / A. Augustin, J. Yi, T. Clausen, W. Townsley. – 2016.
3. LoRaWAN™ Specification [Електронний ресурс] / LoRa Alliance. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: https://lora-alliance.org/sites/default/files/201804/lorawantm_specification_v1.1.pdf
4. Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений / Е. Н. Бухаркин, В. М. Овсянников, К. С. Орлов и др. / ред. Ю. П. Соснина. – Москва: Высш. шк., 2001. – 415 с.

АНАЛІТИЧНА ПАНЕЛЬ КОРИСТУВАЧА ІНФОРМАЦІЙНО-НАВЧАЛЬНОГО ПОРТАЛУ

В навчальному процесі використовується дуже велика кількість інформації. База знань та матеріал для вивчення збільшується кожного дня. Разом із цим стає більше і методів вивчення цих знань. Керувати такою кількістю інформації, розподіляти пріоритети та розуміти прогрес опановування матеріалу дуже складно, особливо в умовах дистанційного навчання. Це важливо як і для самоконтролю студентів так і для викладачів, що їх навчають. У наш час велика частина освіти розгортається в інформаційно-технологічному спектрі. Сюди входять всілякі навчальні портали та сервіси, що розміщуються у інтернет просторі для загального доступу. Саме тому корисним в такому випадку є використання аналітичних панелей для аналізу інформації, що формується в процесі навчання.

Основними особливостями інформаційної панелі є визначені цільові користувачі; визначені дані, які необхідні (і корисні) для аналізу, їх джерела та обсяг; відповідна, зрозуміла візуалізація, яка наочно демонструє зібрані та оброблені дані в оптимальній формі для подальшого аналізу; правильний аналіз зібраних та візуалізованих даних.

Роль цільових користувачів безпосередньо впливає на дані, які потрібно збирати та візуалізацію цих даних. У більшості випадків студенти не мають можливості стежити за діяльністю своєї навчальної групи, але вони могли б дослідити історію власної діяльності, щоб отримати інформацію про результати виконання завдань та відвідані курси, або вдосконалити свої навчальні стратегії.

Три ключові запитання, на які потрібно відповісти, коли ви розробляєте інформаційні панелі навчання [1]. Хто така аудиторія для інформаційних панелей? Яке призначення приладової панелі? Де буде доступ до вашої інформаційної панелі? Потрібно чітко розуміти, ким буде аудиторія вашої інформаційної панелі.

Розробка спеціальної системи відстеження дозволяє більш точно визначити дані, які збираються, і обрати їх оптимально в контексті існуючої системи.

Збір даних системи відстеження базується на використанні показників. Показники можуть базуватися на різних типах даних. По-перше, ви можете мати дані про користувачів, які надають самі користувачі. Вони включають як дані особистого профілю, так і вміст всіх матеріалів, що стосуються користувачів. Корисний вміст містить опубліковані статті, створені курси, публікації в блогах, завантажені файли, надані відгуки та інші коментарі. По-друге, інформація про дії користувачів. Ви можете умовно розділити таку інформацію на чотири категорії:

- 1) використання ресурсів;
- 2) витрачений час;
- 3) інформація про досягнення користувачів;
- 4) інформація про соціальну активність користувачів чи групи користувачів.

Більшість інформаційних панелей відстежують використання ресурсів як основу для збільшення обізнаності вчителів.

Інформаційні панелі візуалізують витрачений час, щоб вчителі могли ідентифікувати потенційних учнів, які перебувають у групі ризику, тобто відстають. Крім того, час, який витрачається на студентів, візуалізується, щоб вони могли порівняти своє зусилля із зусиллями своїх однолітків.

Інформація, отримана в результаті досягнень, може включати результати тестування. Цей тип інформації містить більше об'єктивно оцінювальних знань, ніж кількість часу,

витраченого на курс.

Соціальна активність - це інші часто відстежувані та візуалізовані елементи. Прикладом може бути включення в аналіз обсягу виступів учня під час своєї групової роботи або взаємодії при публікуванні твітів, коментарів до повідомлень у блогах та форумах чи повідомлень чату між учнями. Інформація може бути зібрана як для окремих користувачів, так, наприклад, для навчальних груп, студентів певного курсу або для всіх користувачів.

Візуальними можливостями аналітичних панелей є зрозумілість і читабельність аналізованих даних, що досягаються різноманітними інструментами. Це можуть бути стрілочні індикатори як в транспортних засобах або більш звичні таблиці. Зручний вид анімації програмується під конкретне завдання та ціль і з урахуванням його особливостей сфери навчання. Простий приклад аналітичної панелі представлено на рис. 1.

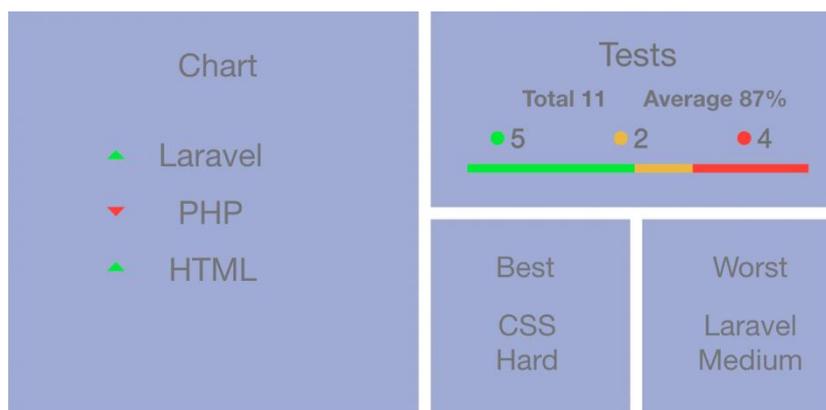


Рисунок 1 – Простий приклад аналітичної панелі

Інформаційні панелі аналітики ефективно сприяють обізнаності в контексті навчання, що сприяє прогресу, а також практиці самоконтролю. Їх використання дозволяє збільшити показники, що пов'язані з організацією процесу, оскільки вони забезпечували візуалізований зворотний зв'язок та адаптивну підтримку щодо діяльності студентів. Інформаційні панелі можуть сприяти поліпшенню якості спільної аргументації, що допомагає студентам розвивати ключові компетенції для майбутнього суспільства.

Перелік посилань:

1. The power of learning dashboards and how to design an effective learning dashboard. [Електронний ресурс] Режим доступу:
<http://www.sproutlabs.com.au/blog/the-power-of-learning-dashboards/>

ПРОГРАМНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНФЕРЕНЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕБ-ТЕХНОЛОГІЙ

Програмне забезпечення для організації наукових конференцій з використанням веб-технологій — це засіб, який надає можливість спланувати всі заходи, швидко і якісно підготувати і провести конференцію, забезпечити потенційних учасників і всіх зацікавлених осіб інформаційними матеріалами, надати доступ до поточних і архівних матеріалів конференції, використовуючи можливості комп'ютера.

Університети і науково-дослідні інститути регулярно проводять наукові конференції, тому для успіху цих заходів потрібна добре спланована організація заходу, вибір місця проведення і керування учасниками [1].

Основне завдання даного рішення — не тільки надати зручний інструмент для підготовки конференцій, а й можливість зберегти і надати доступ до інформації з раніше проведених конференцій. При цьому як організатори, так і учасники конференції можуть оперативно взаємодіяти і обмінюватися даними. Наприклад, обговорювати процес підготовки до конференції, складати програму конференції, розмішувати на сайті збірники доповідей, презентації, фотографії, відео тощо.

Організаторам при підготовці і проведенні різноманітних заходів без використання спеціалізованих програмних платформ для керування заходами необхідно було застосовувати для власноручного проектування веб-сайтів такі сторонні інструменти, як, наприклад, WordPress або Squarespace [2]. На даний час існують десятки додатків для планування заходів, серед яких найпопулярнішими є Monday, Eventzilla, Explara, Eventbrite, Bizzabo. Вони дають можливість зробити все — від залучення відвідувачів до цифрової візуалізації карт місцевості і планів приміщень. І хоч усі вони пропонують абсолютно різні функції, у них є одна спільна риса: вони виключають підхід “зроби сам” і оптимізують процес керування подіями [3].

При розробці програмної платформи для організації конференцій було враховано функціонал вказаних вище додатків для керування заходами.

Підготовка конференції потребує дуже багато часу і зусиль. За допомогою створеної програмної платформи організатор зможе розмістити інформаційний лист конференції, приймати реєстрації учасників і доповідачів на конференцію, розмістити і редагувати програму конференції, здійснювати e-mail-розсилки за адресами колишніх і нових учасників конференції. Також організатор має можливість вказати час і дату проведення заходу, оперативно сповістити учасників і звичайних слухачів про певні зміни, розмістити на сайті файли різного типу: фотографії, відео-матеріали, карти місцезнаходження тощо. Вказуючи місце проведення конференції, є можливість додати посилання для відео-зв'язку.

Однією з головних складових розробленої веб-платформи є збір даних про потенційних учасників конференції. При реєстрації користувач деяку інформацію вносить сам (ім'я, прізвище, статус, вчений ступінь, вчене звання, місце роботи, e-mail), а деяку вибирає з форми (наукова секція, форма участі). Починаючи зі стандартної форми реєстрації за замовчуванням, організатор може змінити її, видаливши або додавши в форму будь-яку кількість полів, оскільки, наприклад, з роками може змінюватися кількість і тематика секцій. Після реєстрації або авторизації система перенаправляє користувача до його особистого віртуального кабінету. Коли організатор завершує свій захід, всі матеріали конференції переносяться в архів і надається можливість створення нової конференції.

Розроблений програмний додаток має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що надає можливість роботи з ним користувачам з різними рівнями підготовки. Інтерфейс розроблено у вигляді меню з вкладками: головна сторінка для розміщення різноманітної інформації організаційного характеру (інформаційного листа, програми конференції, поточних оголошень тощо), матеріали поточної конференції, архів.

Перед початком роботи з системою користувач має можливість обрати мову, з якою він буде працювати в подальшому — українську чи англійську. На вкладці головної сторінки є посилання на сторінку редагування персональних даних. На сайті наявний інструмент зворотного зв'язку — чат для забезпечення можливості учасникам письмово задавати питання, а організаторам відповідати. Це допомагає підвищити інтерес до заходу серед учасників і є зручною формою збору даних для організаторів. Кожна конференція умовно має два статуси: активний і архівний. Активний етап — це, по суті, сайт поточної конференції, опублікований в Інтернеті. Конференція переводиться в архів, коли дана подія відбулася. Архів фільтрує заходи за датою і містить інформацію про завершену конференцію, яку можуть переглядати всі відвідувачі.

При розробці модулів веб-платформи використано такі програмні засоби: для написання клієнтської частини — мову розробки веб-додатків Typescript (розширює можливості мови JavaScript, додаючи статичні визначення типів, і компілюється в JavaScript) і бібліотеку ReactJS (бібліотека JavaScript, призначена для створення швидких і інтерактивних користувацьких інтерфейсів для веб-додатків); для серверної частини — платформа Node.js (платформа з відкритим кодом для виконання високопродуктивних мережевих застосунків, написаних мовою JavaScript); для створення бази даних — документо-орієнтовану систему керування базами даних з відкритим вихідним кодом MongoDB (лежить в основі програмного забезпечення для організації конференції, оскільки вона об'єднує реєстрацію, списки розсилки тощо). У системі MongoDB застосовується модель даних, орієнтована на документи, і неструктурована мова запитів, яка не використовує звичайні рядки і колонки; це архітектура, заснована на колекціях і документах [4].

Для того, щоб користувач, який не має навичок програмування, зміг керувати сайтом, використано систему керування контентом Joomla. За допомогою панелі керування організатор конференції зможе працювати з сайтом: оновлювати, видаляти, додавати, приховувати контент. Модулі Joomla дають можливість створювати і змінювати блоки даних в потрібних місцях сторінки. Це може бути форма авторизації, форма зворотного зв'язку або поточне оголошення.

Впровадження розробленої програмної платформи усуває розрізнений підхід до планування заходів за рахунок централізації інформації в одному місці, дає можливість спростити організацію конференцій, забезпечує передачу текстових повідомлень і файлів, архівування різноманітних даних. Програмне забезпечення для керування та організації конференцій не просто відображає захід на сайті, воно дає можливість організаторам розкрити всі деталі спланованих подій і забезпечити оперативність надання інформації, а в результаті і успіх проведення заходу.

Перелік посилань:

1. Goldblatt J. Special Events: A New Generation and the Next Frontier / Joe Goldblatt // Wiley; 6-th edition, October, 5, 2010. — P. 474-475.
2. Why you need event management software [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://blog.bizzabo.com/why-you-need-event-management-software>
3. Best event management software [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://zapier.com/blog/best-event-management-software>
4. Banker K. MongoDB in Action / Kyle Banker // Manning Publications; 1-st edition, December, 27, 2011. — P. 182-183.

АЛГОРИТМИ ПОБУДОВИ КАРТ ПОНЯТЬ У НАВЧАЛЬНИХ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКАХ

У зв'язку із широким використанням інтернету та стрімким розвитком інформаційних технологій навчальні веб-сервіси набирають усе більшу популярність серед користувачів. Інформаційно-навчальні веб-ресурси є зручним та доступним джерелом професійної та загальноосвітньої інформації. Так як візуалізація грає важливу роль у засвоєнні знань, карти понять мають позитивний вплив на когнітивні здібності й підвищують ефективність навчання [1]. Формалізація інформаційного наповнення та онтологічне моделювання предметної області забезпечують подання та візуалізацію навчальної інформації, саме тому навчальні ресурси на базі карт понять є ефективними. Водночас, використання мобільних застосунків набирає усе більших масштабів, саме тому існує попит у навчальних мобільних системах.

Під час розробки навчального мобільного застосунку на базі карт понять з'являється низка проблем. Найбільш обмежуючим фактором є відносно невеликий розмір екрану, що зменшує наочність навантажених карт. Іншою проблемою є розробка алгоритму побудови дерева, у якому вузли не будуть заважати одне одному, а також будуть відсутні заплутані зв'язки між поняттями.

Існує багато різних алгоритмів побудови навантажених графів, вони поділяються за способом реалізації. Серед них розрізняють довільні, прямолінійні, сіткові, полігональні, ортогональні тощо. Далі буде розглянуто найпопулярніші алгоритми побудови графів.

- Методи спектральної компоновки використовують власні вектори матриці, виведені з матриці суміжності графіка, як координати [2].
- Ортогональні методи розмітки, що дозволяють краям графіка проходити горизонтально або вертикально, паралельно осям координат макета.
- Методи багатопарового малювання графів розташовують вузли графа в горизонтальних шарах за допомогою таких методів, як алгоритм Коффмана – Грехема, таким чином, що більшість ребер рухаються вниз від одного шару до наступного. Після цього кроку вузли в кожному шарі розташовуються таким чином, щоб мінімізувати перетинання [3].
- Методи дугових діаграм розміщують вершини на лінії, краї можуть бути намальовані як півкола вище або нижче лінії, або як плавні криві, пов'язані між собою з декількох півкіл.
- Методи кругового макетування розміщують вершини графіка на колі, ретельно обираючи впорядкування вершин навколо кола, щоб зменшити перетинання і розміщувати сусідні вершини близько одна до одної.
- Силкові алгоритми візуалізації графів модифікують початкове розміщення вершин шляхом безперервного переміщення їх відповідно до системи сил, заснованої на фізичних концепціях, що відносяться до систем пружин або молекулярної механіки.

Надалі буде розглянуто силкові алгоритми візуалізації графів через їх переваги для вирішення задач, поставлених у даній роботі. Мета алгоритма полягає у тому, щоб розташувати вузли графа в двовимірному або тривимірному просторі так, що всі ребра мали б більш-менш однакову довжину, і звести до мінімуму кількість перетинів ребер шляхом призначення сил для безлічі ребер і вузлів ґрунтуючись на їх відносних положеннях [4].

Як тільки сили на вузлах і ребрах визначені, поведінку всього графа під дією цих сил можна ітеративно промодельовувати, як якщо б це була фізична система. У такій ситуації сили, що діють на вузли, намагаються стягнути їх ближче або відштовхнути їх один від одного подалі. Це триває, поки система не прийде в стан механічної рівноваги, тобто положення вузлів не змінюється від ітерації у ітерації. Положення вузлів в цьому стані рівноваги використовується для генерації малюнка графа.

Цей метод є ідеальним для мобільних застосунків, тому що завдяки йому будується естетично приємний граф, який займає мінімальний простір, що дуже важливо через сильну обмеженість екранного простору.

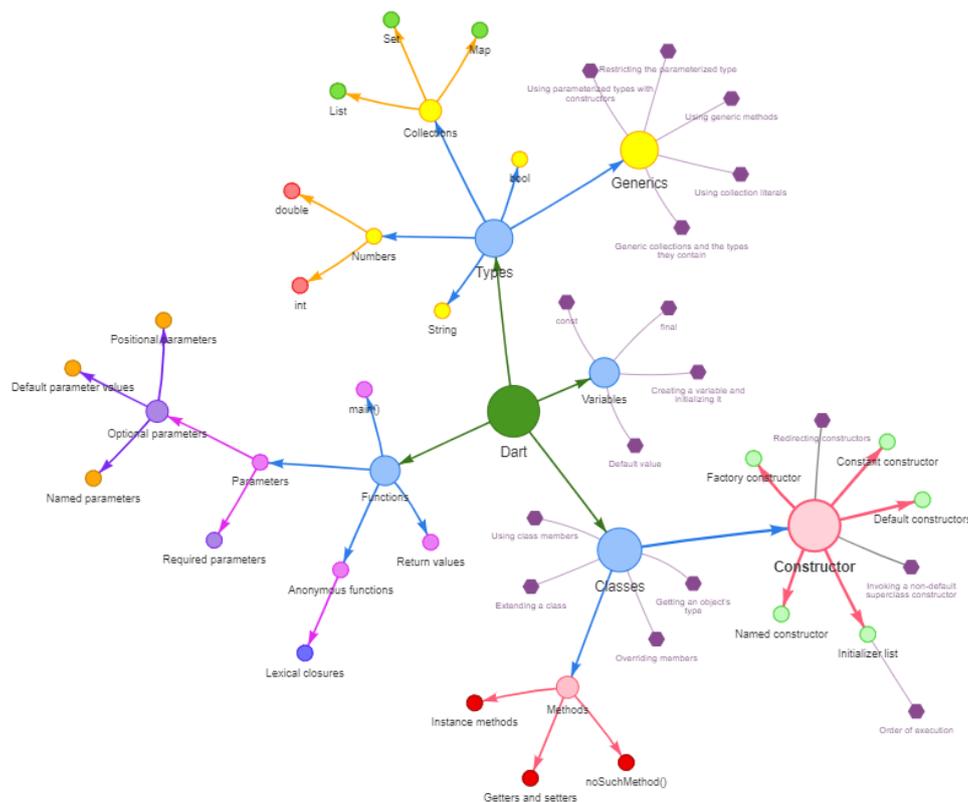


Рисунок 1 - Приклад карти понять, побудованої за допомогою силового алгоритму візуалізації графів [5]

1. Coffey JW, Hoffman R, Cañas A. Concept Map-Based Knowledge Modeling: Perspectives from Information and Knowledge Visualization. *Information Visualization*. 2006;5(3):192-201. doi:10.1057/palgrave.ivs.9500129
2. Beckman, Brian (1994), *Theory of Spectral Graph Layout*, Tech. Report MSR-TR-94-04, Microsoft Research
3. Bastert, Oliver; Matuszewski, Christian (2001), "Layered drawings of digraphs", in Kaufmann, Michael; Wagner, Dorothea (eds.), *Drawing Graphs: Methods and Models*, Lecture Notes in Computer Science, 2025, Springer-Verlag
4. Di Battista, Giuseppe; Eades, Peter; Tamassia, Roberto; Tollis, Ioannis G. (1994), "Algorithms for Drawing Graphs: an Annotated Bibliography", *Computational Geometry: Theory and Applications*
5. Semantic Portal [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://semantic-portal.net>.

ГЕЙМІФІКАЦІЯ В ОНЛАЙН-НАВЧАННІ

Сьогодні при побудові навчального процесу постають різні проблеми. Студенти (не лише студенти вищих навчальних закладів, а й студенти різноманітних курсів, учні шкіл тощо) мають різні підходи до навчання, а також мотивацію. При адаптації існуючих процесів до студентів, зокрема тих, що зростали у цифрову епоху, викладачі стикаються із різними труднощами, основними з яких можна назвати підтримку рівня залученості студентів та адаптацію до потреб студентів.

Крім цього, у зв'язку із пандемією Covid-19 багатьом викладачам довелося адаптувати заняття до дистанційного формату і під час цього також стикнутися із характерними проблемами, з яких найчастіше називають проблему моніторингу навчального процесу, а також, що було відзначено як студентами, так і викладачами, зменшення частки активної участі студентів у навчальному процесі.

Таким чином, можна побачити, що загальною потребою є не стільки відтворення як таке існуючих традиційних процесів навчання у новому форматі, а й їх удосконалення. Так, виділяють такі характеристики якісного навчання [1]:

- 1) персоналізоване навчання — унікальний підхід до студентів;
- 2) соціальне навчання — колаборація, взаємне навчання тощо;
- 3) диференційоване навчання — врахування відмінностей у існуючих знаннях студентів;
- 4) навчання, ініційоване студентом — таке навчання, як правило, стає більш ефективним;
- 5) навчання у прив'язці до фізичного світу та/або аутентичного контексту — навчання на практиці відзначають як більш ефективне.

Можна побачити, що такі характеристики можуть бути досягнуті із використанням онлайн-навчання.

При створенні соціального та персоналізованого навчального процесу, зокрема для навчання ініційованого студентом (а саме таким часто є онлайн-навчання), а також створення аутентичного контексту та, таким чином, збільшення ступеню залученості студентів, зараз пропонують використовувати стратегії гейміфікації.

Гуру гейміфікації Yu-kaï Chou [2] визначає гейміфікацію як “ремесло визначення усіх веселих та захоплюючих елементів, які можна знайти у відео іграх, та застосування їх у реальній або виробничій діяльності”.

Було зазначено [2], що для сучасного цифрового покоління гейміфікація стала популярною тактикою для заохочення певної поведінки, а також збільшення мотивації та залученості. Хоча вона часто використовується у маркетингових стратегіях, гейміфікацію також було застосовано у багатьох навчальних програмах, що допомагає викладачам дотримуватись балансу між досягненням власних цілей та забезпечення потреб студентів.

Використання різних технік гейміфікації дозволить не лише заохотити студентів розпочати навчання, а й може суттєво збільшити його ефективність: використання ігрових механік збільшує можливість отримувати нові навички на 40% [3].

Це пов'язане із тим, що, по-перше, навчання із використанням таких технік збільшує частку активної участі студентів у навчальному процесі шляхом надання більшої інтерактивності процесу.

По-друге, підбір технік із урахуванням різних типів студентів як “гравців” дозволить студентам обирати більш зручні та цікаві індивідуальні стратегії навчання. Так,

студенти, які в першу чергу цінують перемогу, можуть відслідковувати свої позиції у рейтингах, а студенти, які зацікавлені у отриманні досягнень, можуть отримувати символічні відзнаки на платформі. До подібних технік також відносять різні види соціальної взаємодії, що, як було зазначено раніше, також сприяє збільшенню ефективності навчання.

Окрім підбору та використання ігрових механік важливу роль також відіграє візуальне відображення та інтерфейс користувача. Одним із елементів, що може бути використаний, є навчальні аналітичні панелі.

Навчальні аналітичні панелі — це застосунки, що використовуються для відображення даних навчальної системи про користувачів системи та їх активність [4].

Можна виділити кілька плюсів використання інформаційних панелей на навчальних платформах:

- 1) за допомогою інформації про навчальну діяльність швидше можуть бути ідентифіковані учні, що особливо потребують індивідуального підходу;
- 2) відображення прогресу учнів (як поточного, так і динаміки із плином часу) дозволить використовувати такі дані для коригування навчальних планів як викладачами, так і студентами;
- 3) наявність актуальної інформації про навчальну діяльність може дозволити, наприклад, надавати зворотній зв'язок, що не тільки може надати можливість студентам вдосконалити свій процес навчання, а й збільшить частку активної участі студентів у навчанні.

Не зважаючи на те, що проектування інформаційних панелей має багато особливостей, їх використання у онлайн-навчанні може бути надзвичайно корисним. Детальний огляд використання інформаційних панелей в навчальних системах наведено у роботі [4].

Таким чином, можна зробити наступні висновки. Очевидно, що онлайн-формат навчання має як переваги, так і певні недоліки. Утім, використання технік гейміфікації може дозволити не лише нівелювати ці недоліки, а й суттєво збільшити ефективність навчання шляхом створення персоналізованого диференційованого навчання із унікальним контекстом. В ході роботи було розроблено прототипи особистого кабінету користувача із використанням 5 технік гейміфікації, і результатом розробки продукту за прототипами стане модуль навчальної системи, який дозволить збільшити ефективність навчання.

Перелік посилань:

1. Mark Osborne, MODERN LEARNING ENVIRONMENTS — April 2013 [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.shaker.org/Downloads/Modern-Learning-Environments.pdf>
2. Wendy Hsin-Yuan Huang, Dilip Soman — A Practitioner's Guide To Gamification Of Education — 10 December, 2013 [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://rotman.utoronto.ca/-/media/files/programs-and-areas/behavioural-economics/guidegamificationeducationdec2013.pdf>
3. Gabriela Kiryakova, Nadezhda Angelova, Lina Yordanova — GAMIFICATION IN EDUCATION — [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.academia.edu/download/53993982/293-Kiryakova.pdf>
4. Furman V.D., Tarelkina M.O., Tytenko S.V. Overview of learning analytics dashboards usage in educational systems // Сталий розвиток — XXI століття. Дискусії 2020: колективна монографія / Національний університет “Києво-Могилянська академія” / за ред. проф. Хлобистова Є.В. — Київ, 2020. — С. 424-429 с. — Електронне видання. ISBN: 978-617-7668-22-9.

ЛІНІЙНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ШЛЯХ ЯК МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ НАОЧНОСТІ КАРТ ПОНЯТЬ У МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКАХ

Насьогодні все більше людей звертаються до навчальних онлайн-порталів. У сучасному світі більшість людей надає перевагу навчанню онлайн, а підприємства переходять на дистанційну роботу. У таких умовах цінність навчальних веб-ресурсів із структурованою та якісною інформацією стрімко зростає. У той же час, усе більших масштабів набирає використання мобільних застосунків, що спрощує доступ до необхідної інформації. Отже, навчальні веб-сервіси мають бути пристосовані до онтологічно-орієнтованої моделі навчального контенту, що передбачає формалізацію інформаційного наповнення, онтологічне моделювання предметної області та дидактичну функцію, що забезпечує подання та візуалізацію необхідної користувачу інформації [1]. Карти понять чудово вирішують проблему візуалізації професійно-навчальної інформації [2]. Однак, використання карт понять у мобільних навчальних застосунках має низку недоліків, що пов'язані зокрема з невеликими розмірами екрана, що погіршує сприйняття карти в цілому, а особливо перевантажених карт понять з дидактичними зв'язками.

Одним із способів розв'язання проблеми використання карт понять у мобільних застосунках є розробка алгоритму автоматичної побудови лінійного навчального шляху (далі ЛНШ). Експерименти [3] показують, що алгоритм побудови ЛНШ може мати гарну адаптивність до студентських груп і може генерувати різні навчальні шляхи, відповідно до навчальної діяльності учнів. Також, використання ЛНШ для мобільних пристроїв є вирішенням проблеми ускладненого використання комплексних карт понять через невеликий розмір екрану. Концепція побудови ЛНШ для навчальних систем націлена спрощення візуального контенту, а також його покрокову побудову, що дає можливість більш структуровано вивчати предметну область. ЛНШ найкраще підходить для розробки курсів, адже особа має можливість покроково вивчати предметну область від початку до кінця. Також у випадку, якщо користувач погано з нею знайомий, він не буде плутатися у великому дереві термінів. Не дивлячись на всі плюси використання ЛНШ у мобільних навчальних застосунках, такий метод має недолік – користувач не бачить систему в цілому одразу, тому рекомендується реалізувати окремо повноцінну карту понять.

Реалізувати автоматичну побудову ЛНШ з існуючої карти понять, яка відповідає характеристикам адаптивної навчальної системи, можна за допомогою топологічного сортування. Такий алгоритм можна використовувати для графа, який є:

- спрямований;
- ациклічний;
- безконтурний.

Нехай $G = (V, E)$ – спрямований ациклічний граф (далі САГ) з $n := |V|$ вершин та $m := |E|$ ребер [4]. Топологічне сортування забезпечує пошук лінійного впорядкування вершин так, що для кожного направлено ребра UV вершина U передує вершині V у впорядкуванні. У випадку, якщо граф не є САГ, топологічне сортування для нього неможливе. Може існувати кілька узгоджених послідовностей вершин САГ, які можуть бути отримані за допомогою топологічного сортування. Отже, різні карти понять можуть генерувати різні навчальні шляхи. Ці навчальні шляхи спрощуються на основі рівня засвоєння кожного поняття для кожної групи студентів. Алгоритм побудови ЛНШ зображений на рис. 1 [5].

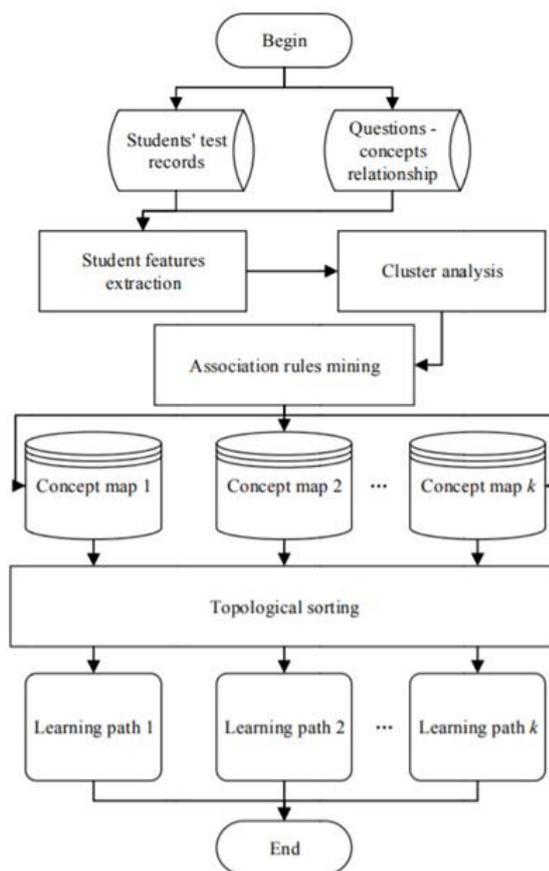


Рисунок 1 - Блок-схема алгоритму побудови ЛНШ [3]

Карти понять представляють асоціації між поняттями, вказуючи на те, що одне поняття слід вивчати перед вивченням іншого поняття. На карті понять, якщо правило асоціації між поняттями $C1$ і $C2$ — це $C1 \rightarrow C2$, це означає, що поняття $C1$ слід вивчити перед $C2$. Наведений метод вирішує проблему використання веб-сервісів на базі карт понять для мобільних пристроїв, адже відповідні візуалізації добре підходять для екранів обмеженого розміру.

Перелік посилань:

1. Tytenko, S. V. INTERACTIVE CONCEPT MAPS IN ONTOLOGY-ORIENTED INFORMATION AND LEARNING WEB-SYSTEMS. KPI Science News, no. 2, pp. 24–36, 2019. doi:10.20535/kpi-sn.2019.2.167515OWL Specification Development . [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.w3.org/2001/sw/wiki/OWL>
2. S. Puntambekar, A. Stylianou, and R. Hübscher, “Improving Navigation and Learning in Hypertext Environments With Navigable Concept Maps”, Human–Computer Interaction, vol. 18, no. 4, pp. 395–428, 2003. doi: 10.1207/S15327051HCI1804_3
3. Li, Y., Shao, Z., Wang, X., Zhao, X., & Guo, Y. (2019). A Concept Map-Based Learning Paths Automatic Generation Algorithm for Adaptive Learning Systems. IEEE Access, 7, 245-255.
4. Qing, Z., Yuan, L., Zhang, F., Qin, L., Lin, X., & Zhang, W. (2018). External Topological Sorting in Large Graphs. Lecture Notes in Computer Science, 203–220.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА АДАПТИВНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ГІДРОАКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Гідроакустика має широке практичне застосування — її використовують для підводної локації, зв'язку, океанологічних досліджень, розв'язання військових задач. Звук дуже якісно поширюється у воді, тому його можна чути і виявляти на великих відстанях. На сьогоднішній день гідроакустика зіштовхується з проблемою розробки теорій, які описують поширення звуку в морській воді, а також створення адекватних математичних моделей, що пояснюють експериментальні сигнали. Можливим розв'язанням цієї проблеми є створення автоматизованої системи адаптивної фільтрації гідроакустичних сигналів на основі машинного навчання. Також одним із напрямків розв'язання поставлених перед гідроакустикою задач є використання вейвлетів — математичних функцій, які дають можливість аналізувати різні частотні компоненти даних, зокрема, дають можливість врахувати прив'язку звуку до часу.

Вейвлет-перетворення є потужним інструментом для обробки сигналів, стискання даних і зменшення шуму. Більше того, вейвлет-перетворення починають конкурувати з основною математичною технікою в аналізі сигналів — перетворенням Фур'є.

Перетворення Фур'є [1] на даний час є одним з основних механізмів обробки гідроакустичних сигналів. Це інтегральне перетворення однієї комплекснозначної функції дійсної змінної на іншу. Воно розкладає дану функцію на осциляторні функції. Його використовують для того, щоб розрахувати спектр частот для сигналів, змінних у часі.

У дипломному проєкті застосовується швидке перетворення Фур'є (FFT) [2], алгоритм якого є модифікацією звичайного перетворення Фур'є з застосуванням методу “розділай і володарюй”. Цей метод полягає в рекурсивному розбитті розв'язуваної задачі на дві підзадачі того ж типу, але меншого розміру і розбиття виконуються доти, поки всі підзадачі не стануть елементарними. Застосування швидкого перетворення Фур'є зробило можливою цифрову обробку сигналів. При цьому швидкість аналізу даних оцінюється як $O(n \log_2 n)$, у той час, як звичайне перетворення Фур'є потребує $O(n^2)$ часу. За допомогою швидкого аналізу Фур'є ціла сигнальна форма радарного відлуння (ехо) може зберігатися як невеликий набір даних. Ці дані можуть використовуватися для ідентифікації радіолокаційних цілей.

Проте перетворення Фур'є дає інформацію тільки про присутню в сигналі частоту, і не дає ніякої інформації про те, в який проміжок часу ця частота присутня. Таким чином, перетворення Фур'є не може відрізнити стаціонарний сигнал від нестаціонарного, що є значною проблемою при його застосуванні.

Відмінною особливістю вейвлет-аналізу [3] є те, що в ньому можна використовувати сімейства функцій, які реалізують різні варіанти співвідношення невизначеності. Відповідно, користувач має можливість гнучкого вибору між ними і можливість застосування тих вейвлетних функцій, які найбільш ефективно розв'язують поставлені завдання. Таким чином, враховуючи багатоканальність гідроакустичного сигналу і результати, які можна отримати після їхнього вейвлет-аналізу, можна визначити напрямок руху і відстань до об'єкта.

Вейвлет-перетворення відкривають новий спосіб розуміння і дослідження сигналів. Саме тому розроблена програмна система базується на вейвлет-перетворенні. Вона пропонує користувачеві завантажити аудіо-файл гідроакустичного сигналу в форматі .rad і виконує його фільтрацію за допомогою дискретного вейвлет-перетворення.

У розробленій програмній системі застосовується машинне навчання [4]. При цьому одним із основних завдань є навчання машинної моделі. Машинне навчання є спрощеною версією навчання людини. Як правило, в машинному навчанні наявний певний набір прикладів, спостережень, реакцій до цих спостережень. Задача полягає в тому, щоб сконструювати такі моделі, які будуть максимально ефективно описувати наявні дані і робити достовірні прогнози.

У галузі аналізу даних машинне навчання є методом, який застосовують для побудови складних моделей та алгоритмів для прогнозування. Такі аналітичні моделі дають можливість дослідникам, науковцям з обробки даних, інженерам і аналітикам “виробляти надійні, повторювані рішення та результати” і розкривати “приховані розуміння” шляхом навчання з часових співвідношень і тенденцій в даних [5].

Для створення автоматизованої системи адаптивної фільтрації на основі машинного навчання сформульовано завдання, які визначили логіку і структуру дослідження:

- навчитися фільтрувати сигнали. Параметри фільтра мають вибиратися адаптивно відносно деяких критеріїв з використанням машинного навчання;
- розробити структуру класів програмного забезпечення;
- реалізувати застосунок для фільтрації гідроакустичних сигналів на основі машинного навчання.

При реалізації автоматизованої системи адаптивної фільтрації гідроакустичних сигналів на основі машинного навчання застосовано:

- швидке перетворення Фур’є, за допомогою якого визначається амплітуда і частота отриманого сигналу;
- вейвлет-перетворення для фільтрації сигналу;
- машинне навчання, щоб програма могла адаптивно вибирати параметри фільтра відносно деяких критеріїв. Наприклад, одним з таких критеріїв може бути стабільність фази певної частоти.

Програмне забезпечення реалізовано з використанням інтерпретованої об’єктно-орієнтованої мови програмування Python. Однією з використовуваних бібліотек є SciPy — бібліотека Python з відкритим вихідним кодом, призначена для розв’язування наукових і математичних проблем. Вона побудована на базі оптимізованої бібліотеки роботи з багатовимірними масивами NumPy і дає можливість керувати даними, а також візуалізувати. У свою чергу в цій бібліотеці розміщується бібліотека Matplotlib, однією з функцій якої є візуалізація результатів двовимірною графікою.

Розроблена автоматизована програмна система забезпечує фільтрацію гідроакустичних сигналів. Параметри фільтра вибираються адаптивно відносно заданих критеріїв з використанням машинного навчання. Система може використовуватися гідроакустичними станціями виявлення сигналів, що входять до складу гідроакустичних комплексів вимірювання й аналізу параметрів сигналів, метою яких є виявлення джерел випромінювання і їхня класифікація.

Перелік посилань:

1. An Interactive Guide To The Fourier Transform. — <https://betterexplained.com/articles/an-interactive-guide-to-the-fourier-transform/>
2. Дасгупта С., Пападимитриу Х., Вазирани У. Алгоритмы. — М.: МЦНМО, 2014. — 320 с. (С. 61-74).
3. Приложения вейвлет-анализа. — <https://basegroup.ru/community/articles/wavelet-applications>
4. Плас Дж. Вандер. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. — СПб: Питер, 2018. — 576 с.
5. Dickson Ben. Exploiting machine learning in cybersecurity. — <https://techcrunch.com/2016/07/01/exploiting-machine-learning-in-cybersecurity/>

Студент 4 курсу, гр. ТР-71 Іванов В.О.
Доц., к.т.н. Лабжинський В.А.

ГЕНЕРАЦІЯ ГІДРОАКУСТИЧНОГО СИГНАЛУ З ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ МРІ

У гідроакустичних інформаційних системах передача інформації на відстань, а також одержання інформації про різні об'єкти у водному середовищі здійснюється за допомогою гідроакустичних сигналів, які формують і випромінюють сигнали із заданими характеристиками, змінюють залежно від виконуваних завдань параметри випромінюючих і прийомних антен, а також алгоритми оброблення інформації [1]. Гідроакустичні сигнали – це змінні в часі й просторі акустичні коливання, що поширюються у водному середовищі й несуть інформацію про виявлюване джерело, а також використовуються для ехолокації об'єктів, навігації й зв'язку.

У теперішній час у зв'язку з розвитком методів просторово-часового оброблення говорять про просторово-часові сигнали, фізичним носієм яких є акустичне поле [2]. Для опису сигналів використовують імовірнісні моделі, що відбивають динамічні властивості об'єктів дослідження. У гідроакустиці використовують фізичне й імітаційне моделювання.

Фізичне моделювання – це відтворення реальних об'єктів дослідження, гідроакустичних умов їх спостереження й фізичних явищ, яке здійснюють у малому масштабі. Воно може відбуватися в штучно створюваних умовах (басейн, гідроакустичний полігон) або контрольованих (прибережна ділянка моря).

При імітаційному моделюванні проводять експериментальні комп'ютерні дослідження математичних моделей гідроакустичних явищ і процесів. При цьому для розрахунку характеристик гідроакустичних процесів і полів зазвичай використовують чисельні методи. Істотні переваги такого моделювання суть достатньо точна відтворюваність умов сукупністю модельних ситуацій, можливість оперативного керування умовами проведення експерименту, наочність й інтерпретованість результатів.

Генерація гідроакустичного сигналу є складною обчислювальною задачею, розв'язання якої вимагає виконання великого обсягу обчислень, тому в цьому випадку є доцільним застосування механізму паралельних обчислень. Багатопроменева структура гідроакустичного сигналу надає можливість обчислювати характеристики кожного променя незалежно від інших променів.

Архітектура паралельних комп'ютерів за час існування комп'ютерної індустрії розвивалася неймовірними темпами й у самих різних напрямках. Однак якщо відкинути деталі й виділити загальну ідею побудови більшості сучасних паралельних обчислювальних систем, то залишиться лише два класи [3].

Перший клас – це комп'ютери із загальною пам'яттю. У таких системах усі процесори працюють у єдиному адресному просторі з рівноправним доступом до єдиної пам'яті (рис. 1а). До цієї групи потрапляють симетричні мультипроцесорні системи (SMP). У таких системах наявність загальної пам'яті спрощує взаємодію процесорів між собою, однак виникає необхідність у механізмі розв'язування конфліктів між процесорами при доступі до пам'яті. Накладні витрати на обмін даними між процесорами через загальну пам'ять є мінімальними, а технології програмування таких систем, зокрема, OpenMP, досить прості. З технологічних причин не вдається об'єднати велику кількість процесорів з єдиною оперативною пам'яттю, а тому досягти дуже великої продуктивності на таких системах сьогодні не можна.

Другий клас – це комп'ютери з розподіленою пам'яттю. Тут кожен процесор має власну локальну пам'ять, і прямиий доступ до цієї пам'яті інших процесорів є неможливим (рис. 1б). До цієї групи належать системи з масовим паралелізмом (MPP) і їх дешевший

варіант – кластери. Така система зазвичай складається з декількох самостійних обчислювальних вузлів. По суті справи, кожний обчислювальний вузол є повноцінним комп'ютером зі своїм процесором, пам'яттю, підсистемою введення/виведення, операційною системою. Для зв'язку вузлів використовують певну мережну технологію. Системи з розподіленою пам'яттю складніше програмувати, оскільки необхідно ділити оброблювані дані на окремі частини й розсилати їх по обчислювальних вузлах. Практично єдиний спосіб програмування подібних систем – це використання систем обміну повідомленнями, зокрема, інтерфейсу передачі повідомлень (MPI). Загальна кількість процесорів у таких системах теоретично не обмежена.

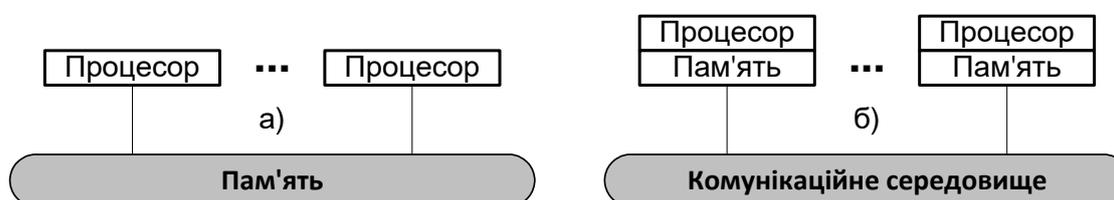


Рисунок 1 – Паралельні комп'ютери з загальною та розподіленою пам'яттю

На сьогоднішній день усе більшої популярності набувають кластерні системи. Цей клас паралельних обчислювальних систем має істотні переваги перед іншими обчислювальними архітектурами, зокрема, такі:

- у першу чергу це теоретична можливість необмеженого нарощування продуктивності шляхом додавання нових вузлів;
- гнучкість технології. Системи цього класу можуть будуватися на різномірній апаратній базі, мати оптимальну для конкретного завдання мережну топологію й використовувати різні форми організації роботи паралельних процесів;
- гарний показник співвідношення ціна/продуктивність. Обчислювальні системи надвисокої продуктивності мають дуже високу вартість. Завдяки гнучкості технології часто можна побудувати кластерну систему за доступною ціною, яка забезпечить необхідну продуктивність. При цьому вузли можуть мати різну архітектуру, продуктивність, працювати під керуванням різних операційних систем (Windows, Linux). Кількість вузлів і необхідна пропускна здатність мережі визначається задачами, які планується розв'язувати на кластері.

MPI-програма починається з виклику функції `MPI_Init`, яка включає процес у середовище MPI, і завершується викликом функції `MPI_Finalize`. При запуску кожна гілка паралельної програми отримує MPI-ідентифікатор – ранг, значення якого можна довідатися за допомогою функції `MPI_Comm_Rank`. Для обміну даними між процесами в рамках MPI існує багато різних функцій: `MPI_Send` – надсилання повідомлення одному процесу, `MPI_Recv` – приймання повідомлення від одного процесу, `MPI_Bcast` – широкомовне надсилання повідомлення всім процесам, `MPI_Reduce` – приймання повідомлень від усіх процесів з метою збору й оброблення даних та ще багато інших [4].

Перелік посилань:

1. Гусев В. Г. Системы пространственно-временной обработки гидроакустической информации / В. Г. Гусев. – Л.: Судостроение, 1988. – 264 с.
2. Справочник по гидроакустике / А. П. Евтютов, А. Е. Колесников, Е. А. Корепин и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1988. – 552 с.
3. Воеводин В. В. Параллельные вычисления / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
4. Антонов А. С. Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP: Учеб. пособие / А. С. Антонов. – М.: Изд-во МГУ, 2012. – 344 с.

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ СТАРТАП-КОМАНД

Кожного року на міжнародний ринок потрапляють нові технології. Розумні годинники, що можуть відслідковувати життєві показники носія; пошук і замовлення товарів через телефон, не виходячи з дому; безпілотні літаки та машини зі штучним інтелектом. Усе це зроблено людьми, що бажають змінити світ на краще, але не всі з них працюють на великі компанії.

Історія знає багато прикладів, коли ентузіаст збирав навколо себе команду однодумців і працював над реалізацією своєї ідеї. Зараз таку нещодавно створену компанію, яка займається розробкою прогресивних і проривних ідей та технологій називають стартапом [1].

Мільйони людей по всьому світу щоденно користуються мобільними застосунками в своїх смартфонах із-за зручного та швидкого доступу до приладу. Оскільки нові моделі телефонів наближаються по потужності до ноутбуків та персональних комп'ютерів, вони стали логічним напрямком розвитку комунікацій зі світом. Це зручно, коли всесвітня павутина або десятки застосунків можуть вміститися в кишені.

На даний момент більшість мобільних та десктопних додатків висвітлюють новини про вже запущені в розробку стартапи. Команди для таких проектів вже сформовані та налагоджені. Саме тому розробка мобільного застосунку для вирішення проблеми формування стартап-команд зараз є актуальною.

В сфері розробки мобільних застосунків досить поширені нативні додатки, оскільки вони створюються з урахуванням анімації та логіки операційної системи телефону, мають повний доступ до всіх можливостей компонентів пристрою [2]. Більшість Android-програмістів віддають перевагу Kotlin як більш легкій і оптимізованій версії мови програмування Java, а для розробки додатків під iOS на першому місці знаходиться Swift [3].

Не зважаючи на це, для реалізації мобільного застосунку для вирішення проблеми формування стартап-команд мовою програмування було обрано Dart, з підключенням та використанням набору засобів розробки на Android (AndroidSDK) та платформи Flutter, яка гарантує стабільнішу та оперативнішу роботу з більш плавною анімацією, порівняно з іншими фреймворками. До переваг цього вибору також можна віднести простий і зрозумілий синтаксис, значну базу бібліотек та можливість так званого «гарячого» перезапуску, що перебудовує лише змінену частину програми. За рахунок використання фреймворку Flutter, що за два роки швидко набув популярності, можна розробляти мобільні додатки для iOS і Android одночасно, без переписування коду на Swift і Kotlin [4].

На даний момент бета-версія мобільного застосунку знаходиться на стадії кінцевої розробки та реалізації. Додаток буде мати простий та лаконічний інтуїтивно-зрозумілий дизайн, що допоможе користувачам швидко орієнтуватися без додаткових інструкцій.

Клієнт мобільного застосунку для вирішення проблеми формування стартап-команд - це користувач мережі інтернет на мобільному пристрої, який реєструється в системі і заповнює анкету, вказавши свої контактні дані, інформацію про отриману освіту та попередні місця роботи, навички, які можуть бути корисними при створенні стартапу.

Кожен клієнт може бути замовником, тобто створювати заявки на стартап, вказуючи тему, бажані навички шуканих працівників та іншу, необхідну на його погляд інформацію, не розкриваючи змісту і інновацій проекту. Замовник може закрити заявку, навіть якщо вже є інші користувачі, що відгукнулися на заявку до стартапу. Після того, як

на заявку відгукнулися бажаючі залучитися до проекту, замовник може обрати найбільш підходящих та закрити заявку. Також, кожен клієнт може бути працівником, тобто вибрати заявку зі списку та відгукнутися на неї, або відмовитися від уже обраної.

Основні дії, які можуть виконувати користувачі за допомогою розроблюваного програмного застосунку продемонстровані на діаграмі прецедентів (рисунок 1).

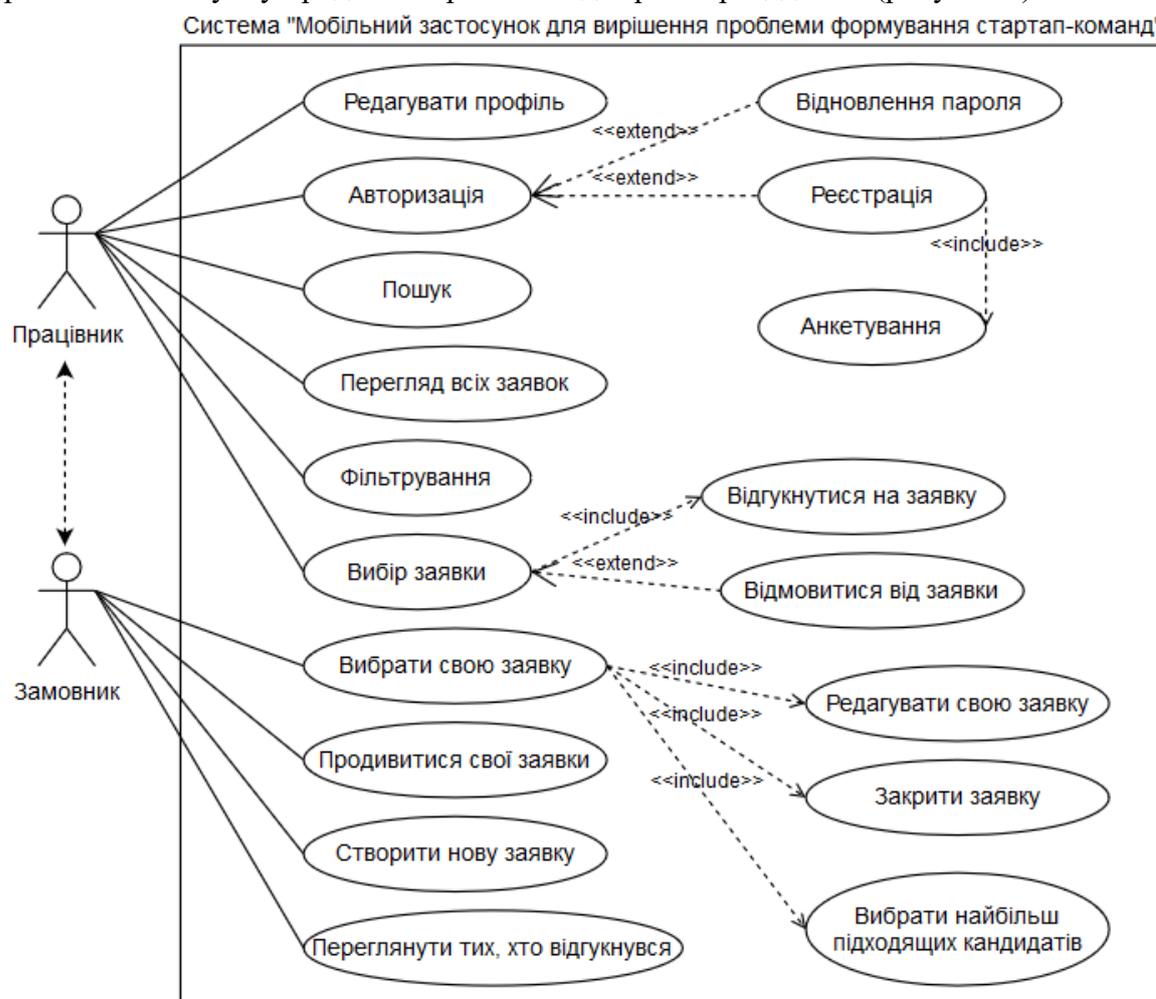


Рисунок 1 – Діаграма прецедентів розроблюваного застосунку

Для повноцінного функціонування продукту програмне забезпечення розробляється з урахуванням можливості обробки даних користувачів продукту, а також його надійності й безпеки, відкритості для подальшого доопрацювання.

Перелік посилань:

1. Розробка стартап-проектів: Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальностей 151 – «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» та 152 – «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка»/ О.А. Гавриш, К.О. Бояринова, К.О. Копішинська; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,8 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 188 с. Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/29447/1/Rozrobka_startup-proektiv_Konsp.lekts.pdf

2. Типи мобільних додатків. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://smile-ukraine.com/ua/mobile-apps/mobile-apps-types>

3. Разработка под iOS и Android: рейтинг языков программирования 2020 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://appttractor.ru/rejting-yazyikov-programmirovaniya-2020>

4. Flutter — новый взгляд на кроссплатформенную разработку. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://habr.com/ru/company/google/blog/426701/>

КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ВИДАННЯ ЗБІРНИКІВ МАТЕРІАЛІВ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

Одним з важливих елементів в системі підготовки фахівців з вищою освітою є організація і проведення студентських наукових конференцій. Навики проведення наукових досліджень та представлення отриманих результатів повинен вироблятися вже в студентські роки.

Участь в роботі конференцій може виявитися вирішальним фактором при захисті випускної кваліфікаційної роботи (диплома) або надходженні на наступний щабель навчання.

У багатьох випадках наявність публікацій або зроблених на конференціях доповідей є неодмінною умовою для подальшого продовження підвищення професійної компетентності, накопичення досвіду проведення науково-дослідницьких робіт [1].

Одночасно до цього проведення студентських конференцій під керівництвом викладачів суттєво підвищує ефективність процесу підвищення професійної компетентності.

Студентські конференції на теплоенергетичному факультеті продовжуються вже дев'ятнадцять років. За цей час накопичилося багато томів тез конференцій. У більшості енергійних студентів декілька тез конференцій, і в збірниках за різні роки. Звідси виникає конче потреба в способі швидко знайти в збірниках свої тези і визначити посилання на них.

Така потреба ще більш гостра для викладачів, які брали участь в конференціях з різними студентами і забагато більшу кількість років.

Такі проблеми можуть виникати не тільки для студентських конференцій теплоенергетичного факультету, а й для збірників інших різних конференцій.

Мета дипломної роботи саме й є реалізація хмарної системи, котра дозволить зберігати в собі файли та документи наукових конференцій.

Оскільки не було знайдено безкоштовних комплексних рішень, призначених для зберігання, структурування та коментування файлів наукових конференцій, тому було прийнято рішення створити власне програмне забезпечення, що буде відповідати наступним критеріям.

- Доступ з будь-якого пристрою 24/7 (хмарний спосіб зберігання даних).
- зручність у використанні.
- зрозумілий для користувачів інтерфейс.
- швидкість у виконанні.
- наявність захисту від некоректного вводу даних.

Функціонал даного програмного забезпечення повинен включати в себе наступні можливості та рішення.

- Наявність особистого кабінету автора та користувача.
- Система гнучкого пошуку.
- Система сортування матеріалів за певними критеріями.
- Можливість коментування матеріалів.
- Додавання, редагування та видалення матеріалів адміністратором.

Виходячи з аналізу необхідного функціоналу програмного забезпечення було вирішено розробити систему мовою програмування PHP, використовуючи можливості фреймворка Laravel [2].

Для роботи з візуальною частиною ресурсу – Html, css, js, а для роботи з даними була обрана система керування базами даних MySQL [3].

Результатом упровадження програми стане можливість якісного та комплексного структурування та архівування даних кафедри. Така система дозволить мати доступ до матеріалів будь-якому користувачу в будь-який період часу та не зберігати файли на пристроях викладачів (котрі є вразливими та можуть бути знищеними в будь-який період часу).

Перелік посилань:

1. Манухов В. Ф. Научная студенческая конференция как необходимый элемент подготовки бакалавров [Электронный ресурс] / В. Ф. Манухов, Н. Г. Ивлиева, А. Ф. Варфоломеев, С. А. Тесленок, О. И. Муженикова // Современные проблемы территориального развития : электрон. журн. – 2018. – № 1.
2. Плюси та мінуси розробки сайту на фреймворке Laravel. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://apri-code.com/razrabotka/plyusy-i-minusy-razrabotki-sajta-na-frejmvorke-laravel/>
3. Люк Веллинг, Лора Томсон. Разработка веб-приложений с помощью PHP и MySQL. — 5-е изд.. — СПб.: «Диалектика», 2019. — С. 768. — ISBN 978-5-9908911-9-7.

БАЗОВІ АЛГОРИТМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Робота все більшої кількості автоматизованих систем базується на методах штучного інтелекту, до яких, зокрема, належить машинне навчання. У машинному навчанні для розв'язування задач застосовують статистичні прийоми, які не передбачають використання явних алгоритмів розв'язування задач, оскільки такі алгоритми часом можуть бути досить складними для програмування, мати велику часову чи ємнісну складність (наприклад, експоненційну чи факторіальну), а часом для деяких задач явні алгоритми їхнього розв'язування побудувати важко або й зовсім неможливо.

Серед задач машинного навчання виділяють такі основні категорії: класифікація, регресія, а також кластеризація, зниження розмірності, виявлення аномалій та ін. [1]. Залежно від того, яку задачу треба розв'язати, застосовують певний чи певні алгоритми машинного навчання. На ефективність застосування того чи іншого алгоритму впливають певні фактори, наприклад, використовувані структури даних, обсяг даних тощо. Базовими алгоритмами в системах машинного навчання є: метод опорних векторів, лінійна регресія, дерева прийняття рішень.

Метод опорних векторів (Support Vector Machines — SVM) [2] використовують в задачах класифікації і регресії. Метод, одержуючи на вхід дані, які належать певним двом класам, будує лінію (для n -вимірного простору — $(n-1)$ -вимірну гіперплощину), яка відокремлює ці класи. Одним із алгоритмів побудови гіперплощини є алгоритм сканування Грема, який працює зі стеком, і його часова складність залежить від вибраного алгоритму сортування (досліджено, що найоптимальнішим для сортування великої кількості даних є алгоритм Шелла).

Побудована гіперплощина в подальшому повинна відносити до певного класу дані з нових наборів з якомога меншою похибкою (тобто бути генералізованою). Це досягається за рахунок максимізації відстаней між кожною вхідною точкою і гіперплощиною при її побудові. Перевага алгоритму SVM у тому, що він добре генералізується на невеликих наборах даних (наприклад, на вибірці зі 100 об'єктами) з великою кількістю ознак. Крім того, класифікатор не залежить від усіх точок даних (на відміну, наприклад, від логістичної регресії, де використовуються особливості кожної точки), а лише від дуже невеликої підмножини точок, які лежать найближче до межі і чис положення може впливати на граничну лінію. В алгоритмі SVM точки, розміщені найближче одна від одної мають більшу вагу при прийнятті рішення, ніж віддалені.

Метод опорних векторів реалізовано в програмній бібліотеці машинного навчання `scikit-learn` мови програмування Python [3]. Даний алгоритм часто застосовують для текстових класифікацій, при розпізнаванні рукописного тексту, класифікації і сегментуванні зображень, у промислових системах, медичних і біологічних дослідженнях.

Важливими базовими алгоритмами машинного навчання є алгоритми лінійної [4], а також поліноміальної регресії. Алгоритми регресії реалізовано в бібліотеках `Scikit-learn` і пакеті `statsmodels` мови Python. Лінійну регресію, а також різноманітні нелінійні регресійні моделі і логістичну регресію широко використовують у статистиці для прогнозування. Прогнозне моделювання насамперед пов'язане з мінімізацією помилок моделі або одержанням максимально точних прогнозів. При цьому треба враховувати те, що на точність прогнозів сильно впливає правильність вхідних даних і, чим вищий степінь вибраного полінома, тим краще він буде наближатися до точок, побудованих за вхідними даними. Але це не завжди означає, що буде одержано хороше наближення до граничної теоретичної лінії регресії, оскільки поліном буде враховувати не лише закономірні зміни,

а й випадкові відхилення від загальної закономірності (які виникають під дією випадкових факторів), що може призвести до значного віддалення вибіркової лінії регресії від реальної теоретичної лінії регресії. Зважаючи на це, в машинному навчанні досить часто надають перевагу лінійній регресії.

Найчастіше при побудові регресійної моделі застосовують метод найменших квадратів, який полягає в мінімізації суми квадратів різниць між вибірковими значеннями залежної ознаки і значеннями, обчислюваними за рівнянням регресії. Такий підхід зводиться до розв'язання системи лінійних рівнянь з невідомими коефіцієнтами рівняння регресії. Методи регуляризації лінійної регресії мінімізують суму квадратів відхилень, а також знижують складність моделі (наприклад, кількість або абсолютну суму коефіцієнтів у моделі). Для побудови рівняння регресії, особливо при великих обсягах вхідних даних, також застосовують метод градієнтного спуску — ітераційний алгоритм, на кожному кроці якого вектор ваг змінюється в напрямку найбільшого зменшення цільової функції. При реалізації алгоритму може використовуватися пакетний підхід (на кожній ітерації беруться всі навчальні дані), і стохастичний (на кожній ітерації випадково вибирається тільки один об'єкт з навчальних даних).

Важливим типом алгоритмів інтелектуального моделювання є дерева прийняття рішень [5]. Дерева рішень використовують для класифікації (прогнозований результат є класом, до якого належать дані) і для регресійного прогнозування (прогнозований результат є дійсним числом). У таких деревах внутрішні вузли позначаються вхідними ознаками і вони є точками перевірок значень цих ознак, кожній дузі приписується результат перевірки, а листки містять результат роботи дерева — значення вихідної ознаки. Коли дерево на основі обробки початкових вхідних даних буде побудовано, то нові вхідні дані, проходячи через дерево, потраплять на один з листків, який відповідає прогнозу. Для розв'язання тої самої задачі можна побудувати кілька дерев рішень, які будуть правильно класифікувати початкові дані. Кращим вважається найпростіше дерево, при побудові якого вибирається інформативніша (важливіша для прийняття рішення) ознака, щоб нею можна було позначити чергову внутрішню вершину. Мірою інформативності ознаки може служити величина ентропії або індекс Джині. Щоб пришвидшити та оптимізувати алгоритм дерев прийняття рішень, використовують різні методи обрізки. Найшвидший і найпростіший метод обрізки — обробка кожного листового вузла на дереві та оцінка ефекту від його видалення за допомогою набору тестів на витримку. Алгоритми побудови дерев прийняття рішень реалізовано в бібліотеці `scikit-learn` мови Python. Алгоритм дерева прийняття рішень служить основою для таких важливих алгоритмів, як випадкові ліси і підсилені дерева рішень.

У тій чи іншій ситуації кожен існуючий алгоритм буде мати різні результати успішності, тому розробники завжди застосовують кілька алгоритмів, а потім порівнюють їхні результати, щоб підібрати найоптимальніший. Вдалість використання алгоритму залежить від розуміння його основ розробником.

Перелік посилань:

1. Shaw R. The 10 best machine learning algorithms for data science beginners — <https://www.dataquest.io/blog/top-10-machine-learning-algorithms-for-beginners/#:~:text=To%20recap%2C%20we%20have%20covered,%2C%20K-means%2C%20PCA>
2. Cristianini N., Shawe-Taylor J. An Introduction to Support Vector Machines and Other Kernel-based Learning Methods. — Cambridge University Press, Mar 23, 2000. — 189 p.
3. Плас Дж. Вандер. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. — СПб: Питер, 2018. — 576 с.
4. Microsoft linear regression algorithm. — <https://docs.microsoft.com/en-us/analysis-services/data-mining/microsoft-linear-regression-algorithm?view=asallproducts-allversions>
5. Brownlee J. Classification and regression trees for machine learning. — <https://machinelearningmastery.com/classification-and-regression-trees-for-machine-learning/>

СЕКЦІЯ №10

**Моделювання та
аналіз
теплоенергетичних
процесів**

ІНФОРМАЦІЙНА АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ПЛАНУВАННЯ І РОЗПОДІЛУ ЗАДАЧ

В реаліях сучасного світу, свідоме планування повинно бути невід'ємною частиною життя кожною людиною. Згідно з «Webster's New Collegiate Dictionary» планування — це розробка методу для створення або виконання чого-небудь для досягнення мети. Таким чином планування є щоденною, майже несвідомою діяльністю всіх людей. Але якщо зайнятися цим свідомо, то можна значно підвищити ефективність своєї роботи, та покращити життя у цілому [1].

Розглянувши існуючі сервіси на подібну тематику, які пишуть, що призначені для планування чи менеджменту задач, можна зрозуміти, що насправді вони лише виступають у ролі місця зберігання всієї інформації, що цих задач стосується, і мало що дозволяють з нею зробити. Тому, дана система є актуальною, оскільки матиме набір інструментів для роботи з цією інформацією і її аналізу.

Метою розробки є підвищення ефективності планування та управління задачами шляхом створення інформаційної аналітичної кроссплатформеної системи з можливістю автоматичного ранжування задач. Ця розробка дозволить визначити найбільш ефективний порядок дій для досягнення мети користувача. Також вона дозволить відслідковувати у часі зміни які відбувалися з проектами, задачами та іншими сутностями кінцевого користувача.

Користувачі матимуть інструменти для роботи з: процесами, задачами, проектами; аналітикою та статистикою; календарем. Сутності якими оперує користувач мають легко створюватись, швидко знаходитись та зручно розташовуватись. Створена система повинна мати зрозумілий інтерфейс, з яким буде просто взаємодіяти через браузер без оновлення сторінки.

В результаті розробки було створено інформаційну аналітичну систему для ефективного планування з клієнт-серверною архітектурою, яка виконує всі поставлені задачі [2].

Для розробки клієнтської частини використовувались мови програмування JavaScript (web) [3] і Kotlin (mobile). Серверна частина була розроблена з використанням мікрофреймворку lumen на мові програмування php.

В якості сховища даних використовується реляційна база даних PostgreSQL (server) і Room (для реалізації локального кеша) в яких зберігається вся основна інформація, та бази даних типу NoSQL, а саме Cassandra в якій зберігається історія змін сутностей, та MongoDB яка зберігає певні дані з гнучкою структурою [4].

В даній роботі був проведений вибір необхідних програмних інструментів на основі яких розроблено систему для ефективного планування та управління задачами.

Перелік посилань:

1. Дорофеев М. Р. Путь джедая. Поиск собственной методики продуктивности/ М. Р. Дорофеев – М.: ТОВ «Манн, Иванов и Фербер», 2018. 368 с.

2. Thalheim B. Design and Development of Web Information Systems / B. Thalheim, K. Schewe □ Springer, 2019 □ P. 274.
3. Vue.js guide [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://vuejs.org/v2/guide/>, вільний.
4. Adel F. Architecture of complex web applications / F. Adel // Independently published, 2019, P. 263

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ СИМУЛЯТОРІВ ЕКСТРЕМАЛЬНОЇ ПОВЕДІНКИ

У сучасному світі програмне забезпечення використовується практично у всіх сферах нашого життя, величезні кошти витрачаються на розробку різноманітних програм, затребуваних у промисловості та бізнесі, в галузі разваг, освіти та медицини.

Задачі зниження вартості розробки програмного забезпечення та вдосконалення якості виробництва продукції є однією з найактуальніших в галузі інформаційних технологій.

Автоматизація тестування дозволяє значно скоротити розходи компаній-розробників, заощадити час і ресурси на тестування, знизити ризик випуску на ринок неякісного продукту.

Тому технології автоматизації тестування набирають все більшу популярність серед компаній, пов'язаних з розробкою програмних продуктів.

Ринок комп'ютерних симуляторів - один із найбільш перспективних та швидкозростаючих. Попри це, автоматизація тестування саме комп'ютерних програм є відносно молодою областю [1]. Інструменти та технології, що використовуються в цій галузі, відносно мало вивчені і лише завойовують ринок та довіру розробників. Але, саме комп'ютерні програмні додатки, як і інші, потребують автоматизованого тестування в силу різноманітності апаратного забезпечення пристроїв, необхідності тестування при різних налаштуваннях системи та окремих елементів виводу інформації або периферійних пристроїв, зазвичай – моніторів, аудіосистем, при різних з'єднаннях з інтернетом, тощо [2].

Аналіз існуючих програм показав, що на світовому ринку існують системи для автоматизації тестування мобільних та веб додатків, однак систем що змогли б реалізувати достатній рівень автоматизації функціонального тестування, тестування користувацького інтерфейсу з підходом запису та відтворення тесту, сценарним тестуванням та тестуванням продуктивності комп'ютерного додатка наразі не існує. Це визначає практичну необхідність дослідження реалізації системи автоматизованого тестування на вже існуючому ринку комп'ютерних симуляторів що швидко розвивається та потребує забезпечення технологіями автоматизації тестування.

Метою розробки є дослідження області автоматизації тестування комп'ютерних додатків, способи оптимізації алгоритмів автоматизації та реалізація системи, що дозволяє користувачу записувати та відтворювати тести, зчитувати та зберігати результати їх виконання, проводити аналіз продуктивності програми під час тестування та записувати і програвати відео тесту а також проводити автоматизоване тестування користувацького інтерфейсу за допомогою алгоритмів для розпізнання текстів та бібліотек обробки зображення.

Призначенням даного програмного засобу є надання чіткого зрозумілого інтерфейсу для зручної і швидкої роботи з автотестами та усіх необхідних можливостей для аналізу результатів тестування. Програмний код містить ряд класів та функцій, які відповідають за певну частину однієї і тої самої задачі. Для оптимізації роботи системи було використано принцип багатопоточності який дозволяє системі оптимально використовувати ресурси кінцевого користувача та одночасно виконувати задачі обробки зображення, розпізнання тексту, аналізу продуктивності, логуювання звітності та запису відео тесту.

Застосування технології фреймворку та організація проекту у відповідному

форматі дозволяє розширити розробку, модифікацію та підтримку програмного коду та зменшити кількість змін, які необхідно внести у тести при змінах у тестованій програмі, оскільки у разі організації проекту з автоматизації тестування користувацького інтерфейсу доводиться вважатися з тим, що тести потребують підтримки, можливо і істотного переписування в разі зміни в інтерфейсі тестованої програми [3].

Це також дозволяє розробленій системі автоматизованого тестування бути використаною незалежно або реалізовувати свій функціонал через інтерфейс у інших системах автоматизованого тестування завдяки організації проектної функціональної декомпозиції – розведення коду у різні функції або модулі в залежності від їх призначення та завдяки використанню декількох рівнів абстракції таких як простори імен, карти об'єктів інтерфейсу, тощо.

Робота присвячена реалізації третього рівня тестування - тестування користувацького інтерфейсу. Автоматизація тестування програмних продуктів через графічний користувацький інтерфейс набирає все більшу популярність в даний час. І це не випадково, тому що лише в цьому випадку програма буде протестована тим самим способом, за допомогою якого вона буде використана безпосередніми користувачами.

Плюсами такого виду тестування є те, що тестування відбувається на реальних пристроях з різною конфігурацією. Такий вид тестування є найбільш важливим видом тестування комп'ютерних програм у силу необхідності здійснення тестування на всій лінійці рекомендованих конфігурацій апаратного забезпечення.

До мінусів даного виду автоматизованого тестування можна віднести те, що в деяких випадках тести можуть проходити довго, адже тестування проводиться у реальному часу. Тому для оптимізації, зазвичай використовуються окремі виділені під задачі автоматизації обчислювальні потужності, або використовується система динамічного виділення ресурсів, за якої ресурси що використовуються зазвичай для інших задач, у не робочий час використовуються системою автоматизації задля здійснення тестування.

Реалізується такий вид автоматизації за допомогою використання спеціалізованих інструментів для автоматизації тестування, які забезпечують можливість взаємодії з інтерфейсом тестованих програм. Як правило, при цьому до програми що тестується надходять вхідні данні від системи автоматизованого тестування у вигляді набору команд, який зазвичай генерується користувачем. Таким чином, системі не потрібно знати як реалізована програма, треба лише знати вхідні та вихідні данні, щоб на основі команд, імітованих системою (натискання клавіш на клавіатурі, натискання мишою, тощо) та отриманих програмою, система змогла аналізувати отриманий результат виконання цих команд та визначити вірність вихідних даних.

Практичною значимістю отриманих результатів є те, що розроблена система в поточний момент використовуються в процесі тестування симуляторів екстремальної поведінки, її введення дозволяє зменшити витрати компаній на тестування, надавати результати тестування завчасно, до того як тестування буде проведено вручну, прискорити час розробки і поліпшити якість програмного продукту.

Сьогодні вже важко уявити себе розробником великого програмного проекту без використання в процесах розробки автоматизованого тестування. Сучасний рівень розвитку тестування характеризується глибокими інтеграціями тестування з процесом розробки в цілому, а також широким використанням автоматизації.

Перелік посилань:

1. Р. Калбертсон, К. Браун, Г. Кобб. Быстрое тестирование. - Вильямс, 2014.
2. L. Copland. A Practitioner's Guide to Software Test Design. - STQE Publishing, 2012.
3. The Art of Software Testing / Glenford J. Myers - John Wiley & Sons, Inc., 2016.

ПОБУДОВА СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ РІВНЯ МІЖНАРОДНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Кожен заклад освіти або науки має свої успіхи і досягнення. Також кожен такий заклад намагається залучити кращих співробітників або студентів, та отримати краще фінансування. Це є однією з головних основ формування конкуренції між цими закладами за статус найкращого та найпрестижнішого. Але яким чином оцінити діяльність наукового або освітнього закладу? Звісно, необхідно виділити значимі показники та розробити відповідні аналітичні показники.

Рівень міжнародної діяльності закладу в області науки, техніки та освіти – це один з найважливіших та значущих показників. У світі, де панує глобалізація, вкрай необхідно вести активну міжнародну діяльність для досягнення значущих результатів та обміну досвідом. Досліджуючи питання оцінки рівня міжнародної діяльності, можна виділити чималу кількість критеріїв, за якими можна проводити відповідну оцінку. Прикладом для оцінки освітньої діяльності може слугувати, участь кафедри в міжнародних освітніх програмах, а для оцінки науково-технічної – кількість публікацій в кваліфікованих бібліографічних базах.

Показників для оцінки рівня міжнародної діяльності та джерел пошуку такої інформації чимало, тому виникає необхідність розробити інформаційно-аналітичну систему для збору і оцінки обраних показників та їх груп в цілому, відповідно до задач аналітика.

Система оцінки рівня міжнародної діяльності повинна працювати з великою кількістю точок вхідних даних – джерел надходження інформації для формування кожного окремого показника. Окрім цього, у користувача повинна бути можливість робити гнучкі запити щодо окремих показників та відповідної аналітики. Такий набір вимог передбачає побудову великої та гнучкої системи, що не залежить від кількості точок в ходу, а базується лише на наявних даних.

Подібні системи вимагають реалізації певного архітектурного підходу, що задовольнить усі функціональні вимоги системи. Цим вимогам відповідає мікросервісна архітектура, яка має слабку зв'язаність компонент і гнучкістю настройки в цілому.

Мікросервісна архітектура – варіант сервіс-орієнтованої архітектури програмного забезпечення, спрямований на взаємодію наскільки це можливо невеликих, слабо пов'язаних і легко змінюваних модулів [1]. Такий варіант архітектури дозволить гнучко додавати нові компоненти, що обчислюють окремі показники, на основі використання обумовлених інтерфейсів та протоколів.

Використання уніфікованого способу внутрішніх комунікацій системи дає можливість компонентам системи бути досить незалежними на етапі тестування та налагодження. Відсутність окремих компонентів або присутність нових не повинна впливати на працездатність інших компонентів системи. Цим вимогам добре відповідає подійно-орієнтована архітектура, яка відповідає сервісно-орієнтованому підхід [2]. Для імплементації слід використати будь-який сучасний брокер повідомлень.

Схема можливої архітектури зображена на рисунку 1.

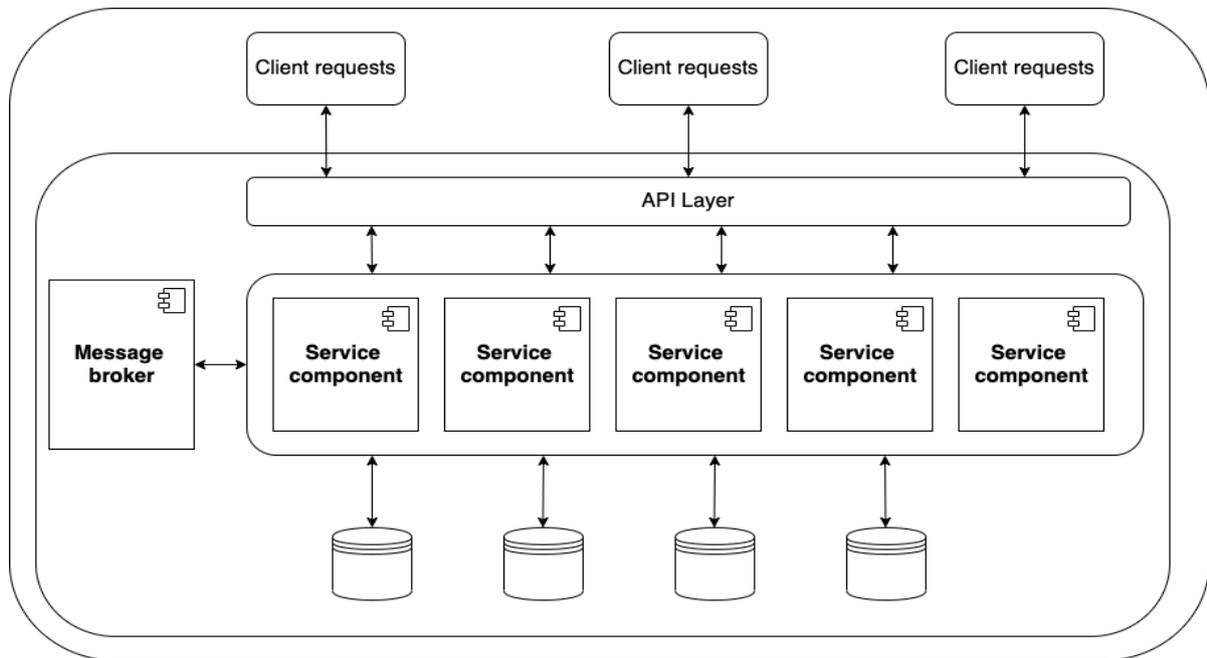


Рисунок 1 - Приклад мікросервісної подійно-орієнтованої архітектури.

Перелік посилань:

1. Мартин Ф. Patterns of Enterprise Application Architecture. The Patterns. – Inc. Pearson Education, 2003 г.
2. Мани Чанди К. Event-Driven Applications: Costs, Benefits and Design Approaches. - – California Institute of Technology, 2006 г.

СИСТЕМА ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ДЛЯ ОСББ

На сьогоднішній день усе більш актуальною стає проблематика ефективного використання енергоресурсів. Результатом технологічного прогресу стало не лише підвищення комфортності життя людства, але й вичерпування корисних копалин, та природних ресурсів. Хоча більшість із них є відновлювальними, проте темпи їх використання значно перевищують швидкість поновлення, тому постає питання економії та раціоналізації споживання.

Сучасні технології дозволяють автоматизувати велику частину рутинних процесів. Окрім економії часу на рутинні речі автоматизація дозволяє мінімізувати частку помилок та похибок у розрахунках, зменшити вплив людського фактору, та спростити обробку та аналіз інформації.

Енергоменеджмент - це сукупність заходів, метою яких являється раціональне використання енергоресурсів та оптимізація витрат на них [1]. Ефективність у використанні енергоресурсів досягається за рахунок впровадження систем енергоменеджменту. В залежності від потреб та місця впровадження їх функціонал може відрізнятися, проте одне залишається незмінним - ядро системи, що відповідає за автоматизацію збору та аналізу інформації про споживання енергоресурсів.

Зазвичай, системи енергоменеджменту повинні мати можливість збирати інформацію із лічильників (у автоматичному режимі або через ручне внесення показників), додавати нові лічильники, редагувати/видаляти інформацію про існуючі, тощо. Також система повинна мати можливість надавати аналітичну інформацію по зібраним даним та за можливості надавати рекомендації/прогнози по використанню енергоресурсів. Повністю автоматизовані системи можуть автоматично налаштовувати та регулювати системи електропостачання, водопостачання чи теплопостачання.

Розвинуті країни впроваджують подібні системи уже давно, що дозволяє економити кошти на використання енергоресурсів та ефективніше використовувати самі енергоресурси. Хоча в Україні це не набуло широкого попиту, проте деякі організації використовують аналогічні системи для власних потреб. Із досліджень відомо що навіть без впровадження складних систем можна досягнути до 10% економії виключно за рахунок різного попиту на використання енергоносіїв у різний час доби. У разі ж використання повноцінних систем енергоменеджменту, що аналізують споживання та на основі отриманих даних регулюють роботу енергетичних систем, економія може досягати десятків відсотків. Щоправда, лєвова частка такої економії досягається за рахунок впровадження систем на усіх ланках роботи енергоресурсу: від виробника (наприклад електростанції, до кінцевого споживача).

Під час проведення аналізу існуючих систем стало зрозуміло що для вирішення поставлених задач не підходить жодна з них. На ринку існують комерційні рішення, що використовуються для специфічних потреб. Подібні системи зазвичай впроваджуються у установах чи організаціях, проте на сьогоднішній день практично немає рішень, що могли би бути використані у багатоквартирних будинках. Впровадження таких систем у ОСББ (об'єднаннях співвласників багатоквартирних будинків) дає можливість ефективніше керувати витратами ресурсів безпосередньо у кінцевих споживачів. Саме тому дана задача є актуальною на сьогоднішній день.

Проаналізувавши проблематику предметної області та потреби потенційних користувачів, до системи було поставлено наступні вимоги. Система повинна:

- спрощувати рутинні процеси обробки інформації з лічильників

- збирати показники лічильників
- додавати, редагувати, видаляти інформацію про лічильники (місце встановлення, тип лічильника, тощо)
- надавати користувачеві особистий кабінет для роботи із системою
- надавати сховище із інформацією про споживання ресурсів
- надавати аналітичну інформацію про споживання ресурсів
- надсилати інформацію про спожиті ресурси до управляючих компаній, що надають послуги.

Для реалізації системи було обрано мову програмування PHP [2], вона дозволяє програмувати серверну частину додатків будь-якої складності та із будь-яким функціоналом. PHP – одна з найпопулярніших мов програмування, що була створена як мова для програмування серверів для веб-додатків [3].

Додаток розроблено на основі клієнт-серверної архітектури: система надає API (Application Program Interface) для ручного введення показників або ж для отримання їх із систем автоматичного збору. Це також дозволить у перспективі масштабувати систему, оскільки такий підхід не обмежує розробників у розробці клієнтських додатків.

Подібний підхід також дозволить користувачам системи працювати із нею без встановлення будь-якого додаткового програмного забезпечення, оскільки система може бути доступна із браузера. Серверна частина системи відповідає за зберігання даних та бізнес-логіки системи. Клієнт та сервер обмінюються інформацією у форматі JSON. Подібна структура є стандартом у сучасній розробці систем, оскільки дозволяє не лише взаємодіяти системі із користувачами за допомогою браузерів, а й через мобільні додатки, а також можлива інтеграція із зовнішніми системами.

Отже, розробка та впровадження системи енергоменеджменту у ОСББ є актуальним рішенням проблеми ефективного використання природних ресурсів та спрощення контролю за використанням енергоресурсів користувачами. Система вирішує поставлені завдання у спрощенні рутинних процесів обробки інформації із лічильників, надає можливості для аналізу отриманих даних та надсиланню показників спожитих ресурсів до управляючих компаній.

Перелік посилань:

1. Ю.В.Хацкевич, Г.Г.Півняк. Системи енергоменеджменту та їх практичне забезпечення [Електронний ресурс] / Ю.В.Хацкевич, Г.Г.Півняк. — 2013. —215с. — Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/48403299.pdf>.
2. PHP The right way [Electronic resource]. — Режим доступу: <https://phptherightway.com/>.
3. W3C Standards HTML & CSS [Electronic resource]. — режим доступу: <https://www.w3.org/standards/webdesign/htmlcss>.

ADAPTIVE INTEFACES FO INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEM FOR EVALUATING THE ACTIVITIES OF THE ORGANIZATION

Interfaces are one of the most important aspects of modern design. Users depend on intuitive interfaces to access content and services on the Internet, and interface trends have changed dramatically in recent years.

Computers stop responding simply to input from optical mice and keyboards, as well as voice commands, touches, and various other materials. The displays have also changed significantly. Clumsy low-resolution displays have given way to smoother high-definition displays that can be viewed on multiple platforms and devices. The concept of adaptive interfaces follows from the constant changes in the world of design. As devices, capabilities, and trends have changed, so have the devices we use to access the Internet.

Instead of developing web pages and content to respond to different devices, web developers try to create interfaces that respond to individual users. These interfaces can quickly adapt to the current user and collect data over time to predict the actions and preferences of each user.

At the moment, developers have to struggle to create web pages that work on different devices with different capabilities and screen sizes. Unfortunately, developers have to deal with a very fast hardware market, where consumers switch to new devices almost every year [1].

Instead of anticipating devices on the horizon and designing iterations of web pages for each, why not create web interfaces that respond to individual users instead? This is a question that adaptive interfaces hope to answer. The adaptive interface is the result of combining web design concepts for multiple devices to provide the best user experience on any platform.

The concept of the adaptive interface is based on adaptive design, a trend that surrounds modern web design. Elastic design has gained popularity with the advent of smartphones - cell phones that allow users to access and consume content anywhere.

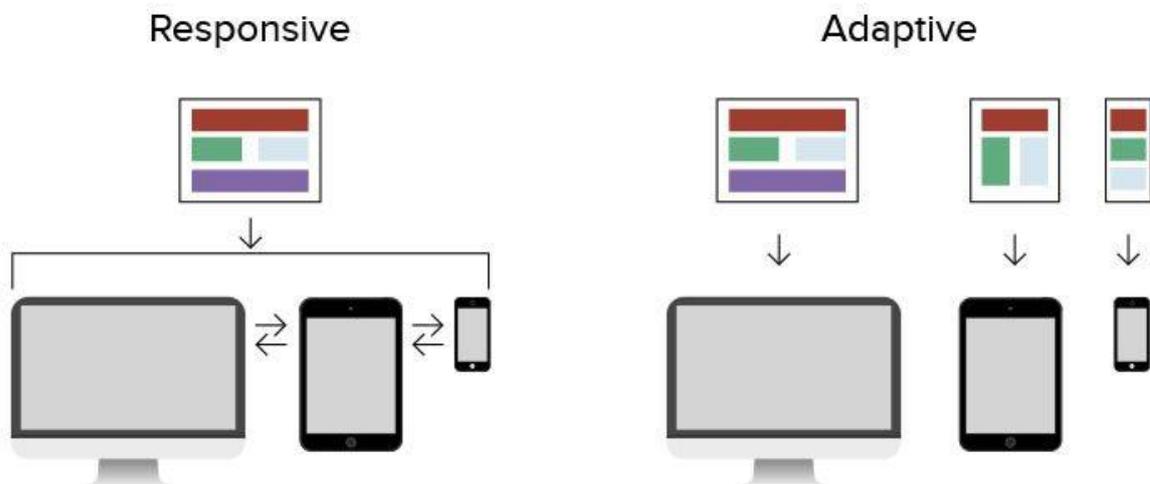


Figure 1 - Adaptive and responsive interfaces.

Web developers quickly realized that they needed to change their thinking in terms of website design due to the high popularity of mobile smartphones. While the mouse and keyboard make browsing websites on a desktop easy for anyone, navigating a website by swiping, tapping,

and tapping is a new challenge.

The concept of adaptive design is to create a web design that is readable and works on different devices. This helps ensure that your consumer base can find you, access your content, and interact with you on a variety of devices. Good adaptive design means that site users can count on consistently high-quality interaction on any device.

Due to the constant growth of sales and the use of mobile phones, adaptive design will soon go nowhere. Different operating systems, device settings, and content formats mean that web developers need to stay in touch with what consumers want.

References:

1. Paul Andrew. Understanding the Potential of Adaptive User Interfaces – 2018 p.

ВИЗНАЧЕННЯ СХЕМИ МЕТАДАНИХ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ІНТЕГРАЦІЇ ОНТОЛОГІЇ ІЗ ЗОВНІШНІМИ РЕСУРСАМИ

Задача огляду і вибору фреймворку для зберігання метаданих виникла в контексті роботи над магістерською дисертацією. Для автоматизації збору інформації про міжнародне співробітництво із різних відкритих ресурсів із відомою схемою потрібно зберігати правила збору інформації.

Використання в системі уже прийнятих стандартів робить систему простішою в розробці і підтримці. Також це забезпечує простіше розширення в майбутньому. Тому для вирішення даної задачі було вирішено використовувати існуючий стандарт опису метаданих, якщо такий існує.

Мета роботи проаналізувати існуючі стандарти опису метаданих та визначити стандарт, що може бути використаний у модулі автоматичного збирання інформації. В даній роботі буде оглянуто декілька стандартів для зберігання метаданих в контексті зберігання інформації про місцезнаходження даних в базах даних та публічних owl файлах.

В системі для автоматизації збору інформації в онтологію буде знаходитися модуль для автоматичного збору інформації. Зі сторони користувача потрібно буде визначити, звідки можна взяти значення того чи іншого параметру інстанса в онтології та написати запит-правило, за яким система самостійно отримає значення із іншої системи та вставить в онтологію [1].

Список параметрів, потрібних для визначення значення параметру для конкретного індивідуала [2], [3], [4]:

- тип ресурсу (owl , rdbms, NoSql dbms, тощо),
- url,
- логін та пароль,
- назва бази даних (в разі інтеграції із базою даних),
- назва таблиці (в разі інтеграції із базою даних),
- запит що повертає деяке значення, яке буде вставлене як значення проперті в інстансі,
- список параметрів для плейсхолдерів в запиті.

Існує велика кількість стандартів опису метаданих. За деякими винятками узагальнених стандартів, таких як Dublin Core або schema.org, стандарти метаданих, як правило, застосовуються в рамках певного домену або спеціалізованої предметної області. Наприклад, стандарт DDI (або стандарт Data Documentation Initiative) в основному використовується для опису соціальних даних, Geographic information (ISO 19115) використовується для опису географічної інформації та супутніх послуг, а Simple Darwin Core - для зберігання метаданих про види тварин. Також існують стандарти, що створені для використання в мистецтві, екології, географії як наприклад Categories for the Description of Works of Art (CDWA), Astronomy Visualization Metadata (AVM) тощо.

В даній роботі були розглянуті перш за все загальні стандарти, такі як Dublin Core (DC), Metadata Object Description Schema (MODS) та Metadata Encoding and Transmission Standard (METS).

Дублін кор - це стандарт, що не прив'язаних ні до якого домену, який можна легко зрозуміти та реалізувати, і як такий є одним із найвідоміших та найбільш широко використовуваних стандартів метаданих. Стандарт підтримується Ініціативою метаданих Dublin Core, Dublin Core був опублікований як стандарт ISO 15836 у лютому 2009 року.

Набір елементів метаданих Dublin Core - одна з найпростіших і найбільш широко використовуваних схем метаданих. Спочатку розроблений для опису веб-ресурсів, Dublin Core використовувався для опису різноманітних фізичних та цифрових ресурсів.

Дублінське ядро складається з 15 «основних» елементів метаданих; тоді як "кваліфікований" набір Dublin Core включає додаткові елементи метаданих для забезпечення більшої конкретності та деталізації.

Список основних елементів включає в себе : Title, Subject, Description, Creator, Publisher, Contributor, Date, Type, Format, Identifier, Source, Language, Relation, Coverage, Rights. Даний набір елементів підходить для загального опису бібліотечних ресурсів чи сторінок в мережі інтернет. Але цього недостатньо для опису локації інформації в публічних owl файлах та базах даних.

Наступний розглянутий стандарт, Metadata Object Description Schema має такі елементи : titleInfo, note, name, subject, typeOfResource, classification, genre, relatedItem, originInfo, identifier, language, location, physicalDescription, abstract, tableOfContents, targetAudience, accessCondition, part, extension, recordInfo.

Даний стандарт також не передбачає зберігання такої інформації як, наприклад, таблиця чи запит для визначення значення. Тому в рамках даної задачі його використання буде недоцільним.

Metadata Encoding and Transmission Standard має такі стандартні поля

- METS header,
- Descriptive Metadata,
- Administrative Metadata,
- File Section,
- Structural Map,
- Structural Links,
- Behavioral.

METS передбачає використання інших схем та зовнішніх ресурсів для опису метаданих даних в секції Descriptive Metadata. Але інші секції не підходять для даної задачі. Тому використання даного стандарту не підходить для вирішення даної задачі.

Підчас дослідження було розглянуто схеми для опису метаданих ресурсів. Було проаналізовано використання таких стандартів як Dublin Core, Metadata Object Description Schema (MODS) та Metadata Encoding and Transmission Standard (METS). Дані стандарти не підходять для зберігання метаданих, потрібний для вирішення задачі інтеграції онтології міжнародного співробітництва із такими зовнішніми ресурсами, як публічні owl файли та бази даних. Було вирішено використовувати власну схему для зберігання даної інформації.

Перелік посилань:

1. N. Yahia, S. A. Mokhtar, and A.-W. Ahmed, "Automatic generation of OWL ontology from XML data source," 2012, <http://arxiv.org/abs/1206.0570>.
2. Y. A. Tijerino, D. W. Embley, D. W. Lonsdale, Y. Ding, and G. Nagy, "Towards ontology generation from tables," World Wide Web, vol. 8, no. 3, pp. 261–285, 2005.
3. Y. A. Tijerino, "Ontology generation from tables," in Proceedings of the Fourth International Conference on Web Information Systems Engineering (WISE), Rome, Italy, December 2003.
4. N. Alalwan, H. Zedan, and F. Siewe, "Generating OWL ontology for database integration," in Proceedings of the Third International Conference on Advances in Semantic Processing (SEMAPRO), Sliema, Malta, October 2009

КОРИСТУВАЦЬКА ВЗАЄМОДІЯ В СИСТЕМІ ПЛАНУВАННЯ ТА КЕРУВАННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИМИ ВУЗЛАМИ МАЙНИНГОВИХ БЛОКЧЕЙН-МЕРЕЖ

Технологія блокчейн – потужний інструмент, який при узгодженні та верифікації дій користувачів усуває використання сторонніх інстанцій, посередників та централізованих джерел довіри. Наразі технологія блокчейн активно впроваджується в різноманітних галузях і виконує такі задачі як: електронний документообіг, криптовалюти, торгівля ресурсами, смарт-контракти. Можливість заробляти криптовалюту в блокчейні можлива завдяки процесу майнінгу, де майнери використовують власні комп'ютери задля реалізації факту затвердження транзакції (proof of concept) і отримують за це винагороду [1]. Актуальність даної роботи полягає у наступному – оскільки сфера майнінгу зараз поширюється швидко і необхідність в обслуговуванні великої кількості обладнання тільки зростає.

Мета роботи. Питання організації та використання ресурсів, приводить до задачі створення ERP системи, яка могла би проводити облік, керування, обслуговування та організацію закупівель обчислювальних ресурсів з точки зору користувачької взаємодії.

Об'єктом дослідження є система управління процесами та ресурсами майнінгових ферм.

Клієнтський додаток пропонується виконати за допомогою мови програмування JavaScript та бібліотеки React.js.

В даній системі передбачається організація процесів: обліку обчислювальних ресурсів, керування конфігураціями ресурсів, керування профілактичними роботами, закупівля обладнання. Для підбору необхідного обладнання також наявний деталізований каталог обладнання, який дозволяє проводити планування.

Процеси описані у вигляді замовлень (Work Orders). Вони створюються, редагуються, змінюють свій статус користувачами з конкретним набором прав. Життєвий цикл представлений у вигляді фаз (кожній фазі притаманний статус). На кожен із цих фаз назначено користувача, який, відповідно, повинен виконати дії із вище вказаним замовленням згідно зі своїми правами. Результатом виконання замовлення є документ (наприклад акт на виконання робіт, документ на замовлення обладнання тощо).

В системі пропонується 4 типи користувачів зі своїми типом прав на виконання різноманітних дій: адміністратор користувачів, адміністратор замовлень, адміністратор каталогу, адміністратор обладнання.

Адміністратор користувачів відповідає за профілі інших типів що наявні в системі. Припускається, що таких адміністраторів може бути декілька, якщо в системі кількість користувачів інших типів буде велика. Дані адміністратори здатні працювати з профілями, змінювати їх статуси, актуалізувати або затверджувати їх права, виконувати пошук та фільтрацію користувачів.

Адміністратор замовлень керує різноманітними типами замовлень (на профілактичні роботи, на закупку обладнання, на встановлення обладнання, на редагування конфігурацій), може здійснювати пошук та фільтрацію замовлень (за датою, типом, статусом). Також даний тип адміністраторів здатний здійснювати процес частини замовлень до кінцевого стану (таких як на закупку), формувати вихідний документ і передавати його особам, що відповідають за закупку обладнання.

Каталог – це компонента додатку, яка представлена у вигляді словникових даних обладнання, які використовуються іншими компонентами додатку. Для адміністрування каталогу необхідна окрема група користувачів.

Для роботи з обладнанням в системі наявний відповідний тип користувачів – адміністратори обладнання. Вони здатні працювати із замовленнями вже на кінцевому етапі, отримують акт на виконання робіт і працюють безпосередньо із обладнанням. Загальна діаграма прецедентів представлена на рисунку 1.

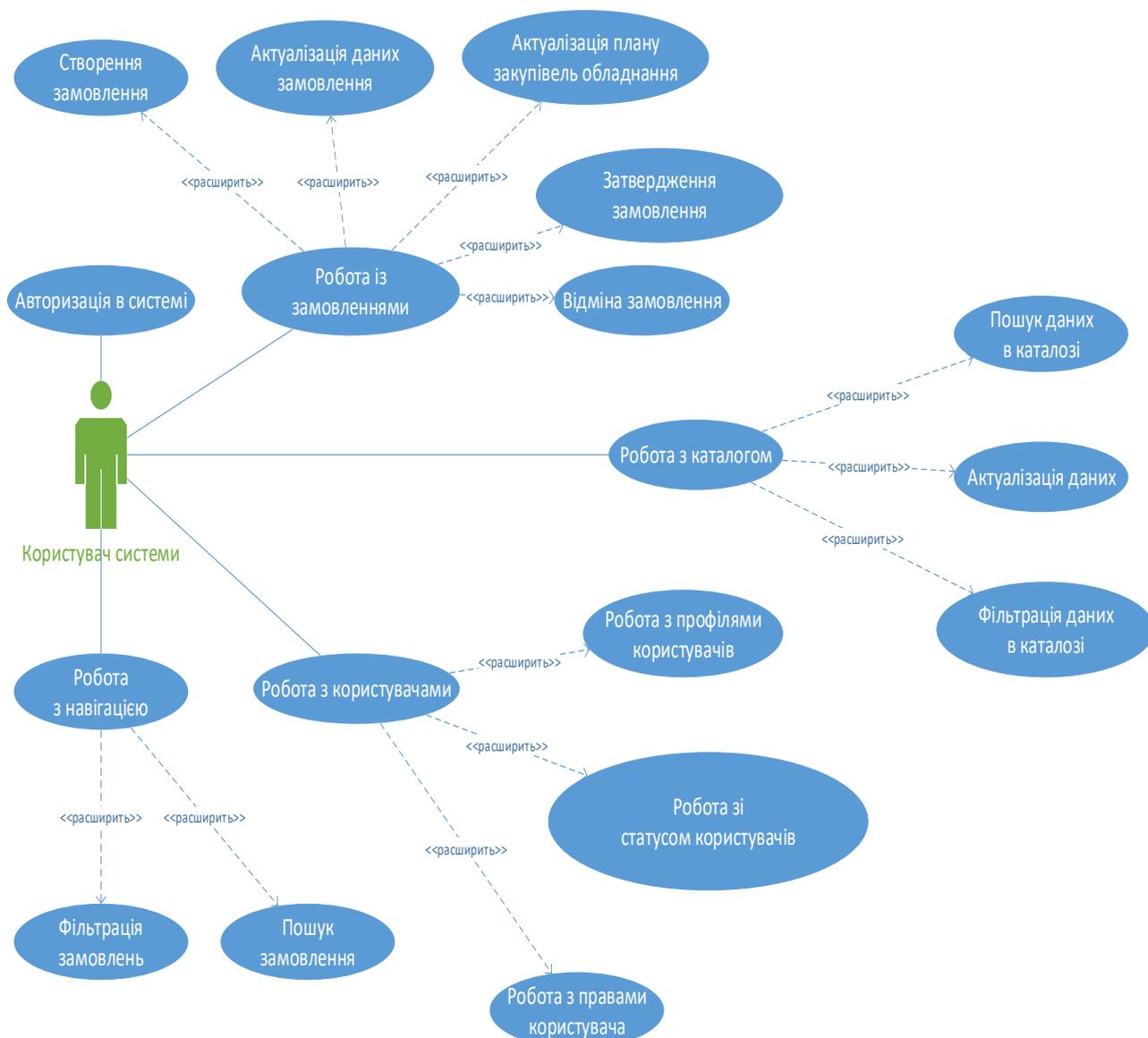


Рисунок 1 - Загальна діаграма прецедентів

Результати і обговорення. Системи керування і планування ресурсів включають в собі автоматизацію складних процесів, що призводить до взаємодії великої кількості користувачів та об'єктів. Для вирішення таких задач одним із варіантів є оркестрація процесів через замовлення.

Висновки. Проаналізовано предметну область, розглянуто систему обліку, керування, обслуговування та організацію закупівель обчислювальних ресурсів з точки зору користувацької взаємодії, розглянуто типи користувачів та їх прецеденти.

Перелік посилань:

1. Сегеда І.В., Локотарев Є.О., Шаповал В.О. Реалізація використання блокчейн-технологій у енергетичному секторі. / Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського Серія:Економіка і управління Том 30 (69). № 4, 2019, С. 160-165 (DOI: <https://doi.org/10.32838/2523-4803/69-4-51>)

ОЦІНЮВАННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ІНФОРМАЦІ ДАТЧИКІВ ПРИ ФУНКЦІОНУВАННІ КІБЕРФІЗИЧНОЇ СИСТЕМИ

Кібер-фізична система – це складна комплексна система з обчислювальними та фізичними компонентами. На відміну від звичайної складної фізичної системи, кіберфізична система має обробляти інформацію, яку отримує з сенсорів найважливіших компонент фізичної системи. На основі отриманих даних, відбувається керування системою та/або діагностика ключових компонентів на випадок переходу до нештатної ситуації [1]. У сучасному світі, на основі кібер-фізичних систем будуються: автопілоти автомобілів та літальних пристроїв, системи управління комунальними даними, медичні пристрої для аналізу стану пацієнтів, розумні будинки тощо.

Актуальність оцінювання достовірності інформації з датчиків при функціонуванні кібер-фізичної системи полягає в необхідності «мозку» системи отримувати достовірні дані з сенсорів для коректної роботи. При роботі кібер-фізичної системи на неї може впливати велика кількість факторів, передбачити кожний з яких неможливо. Саме тому для вирішення даної задачі, необхідно звернути увагу на основні фізичні компоненти розглядаемого пристрою. У даній роботі, взаємозв'язок усіх компонентів розглядається як набір функцій $Y_i, i = \overline{1, m}$, які описують критичні технології.

Проміжною метою для оцінювання достовірності інформації є відтворення функціональних залежностей складної фізичної системи у вигляді $Y_i = f_i(x_1, x_2, x_3), i = \overline{1, m}$ [2]. У реальній задачі конкретизують суть змінних Y, x_1, x_2, x_3 . Наприклад, у разі проектування і (або) випробування виробу вектор визначає зовнішні параметри виробу, які характеризують технічні, експлуатаційні, економічні та інші показники якості. Компонентами вектора x_1 є внутрішні параметри виробу, які характеризують конструктивні, технологічні та інші його показники. Компонентами вектора x_2 є контрольовані параметри зовнішнього впливу, зокрема показники вантажопідйомності (максимальна вага, габарити, види вантажу), загальні показники допустимих кліматичних зон експлуатації (помірний, полярний або тропічний клімат). Компоненти вектора x_3 — неконтрольовані параметри зовнішнього впливу, зокрема конкретні показники зовнішнього середовища (допустимий діапазон зміни температури, вологості тощо).

Функції наближення будуються у вигляді багаторівневої ієрархічної системи моделей (рис.1). На верхньому рівні реалізують модель, що визначає залежність функцій наближення від змінних x_1, x_2, x_3 . Шукані функції формують у класі адитивних функцій і подають у вигляді суперпозиції функцій від змінних x_1, x_2, x_3 , які є векторами з компонентами різного типу, які в свою чергу можуть бути векторами.

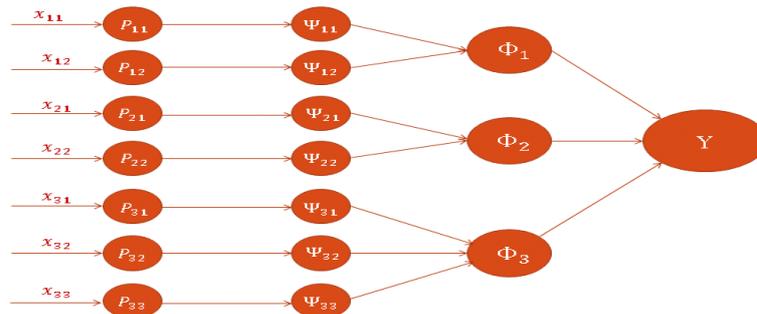


Рисунок 1 - Приклад побудованої багаторівневої системи моделей

На другому ієрархічному рівні формують моделі, що визначають залежність функцій наближення нарізно від компонентів змінних x_1, x_2, x_3 . Для цього потрібно перейти від функцій векторів до суперпозицій функцій компонент цих векторів. На третьому ієрархічному рівні формуються моделі, які визначають функції $\Psi_{1j_1}, \Psi_{2j_2}, \Psi_{3j_3}$. Тут найважливішою задачею є вибір структури і компонентів функцій $\Psi_{1j_1}, \Psi_{2j_2}, \Psi_{3j_3}$.

Маючи відтворені функціональні залежності, виконуємо перевірку інформації з датчиків, порівнюючи дані, які надходять у реальному часі з очікуваним результатом, отриманим з наближень. На цьому етапі важливим є те, що елементи системи фізично взаємопов'язані, тому некоректна інформація отримана з датчиків буде виділятися своєю похибкою з наближень відносно тих даних, які надійшли до системи коректно.

Як об'єкт дослідження було вибрано автомобіль-рефрижератор, відновлення функціональних залежностей відбувалося за даними роботи приладу. Інформація поступала за наступними функціональними елементами системи: середня швидкість руху, поточна швидкість руху, залишок шляху до кінця маршруту, залишок ходу, кількість споживаємого палива, величина затрат, прибуток від перевезення (залежав від усіх попередніх елементів), середній рівень споживаємої потужності акумулятора, кількість енергії в акумуляторі, сумарна маса автомобіля, поточна потужність споживаєма/накопичуєма акумулятором, розрахунковий запас ходу, механічна потужність на валу двигунів, потужність заряду від генератора, потужність, що споживається холодильником, іншими приладами та струм привідних двигунів. За цими даними було відтворено функціональні залежності приладу.

Виявлення випадкових збоїв датчиків здійснюється на основі побудови смуг Боллінджера [3]. Застосування ліній (смуг) Боллінджера, що характеризують інструмент технічного аналізу і технічний індикатор, що відображає поточні відхилення спостерігається величини, забезпечує зниження рівня залежності від похибки вимірюваних показників. Лінії Боллінджера будуються у вигляді верхньої (змінна середня плюс 2 стандартних відхилення) і нижньої (змінна середня мінус 2 стандартних відхилення) меж навколо ковзної середньої, але ширина смуги пропорційна середньоквадратичному відхиленню від ковзної середньої за аналізований період часу. Формуються верхня і нижня смуги Боллінджера: експоненціально-згладжене середнє плюс два середньоквадратичних відхилення і експоненціально-згладжене середнє мінус два середньоквадратичних відхилення.

У разі використання ліній Боллінджера збоєм датчика вважається виконання умов $|\tilde{y}_i[t_k] - \bar{y}_i[t_k]| > 2\sigma_i[t_k]$ ($\bar{y}_i[t_k]$ – середнє значення $\tilde{y}_i[t_k]$ в інтервалі $[t_k - \Delta, t_k + \Delta]$, Δ – період ковзної середньої, $\sigma_i[t_k]$ – середньоквадратичне відхилення $\tilde{y}_i[t_k]$ від ковзної середньої).

При перевірці інформації враховуються особливості досліджуємої фізичної системи, а саме взаємозв'язок певних фізичних даних приладу. Наприклад, при збільшенні поточної швидкості збільшується механічна потужність двигунів та кількість споживаємого палива, при збільшенні потужності, що споживається холодильником та іншими приладами, має збільшуватися кількість заряду, що віддає акумулятор тощо.

В подальшому планується розробити і інші прийоми оцінювання інформації, що отримується з датчиків в процесі функціонування кібер-фізичної системи.

Перелік посилань:

- 1.Pankratova N.D. System strategy for guaranteed safety of complex engineering systems // Cybernetics and System Analysis, 2010, 2(46), 243-251, DOI:10.1007/s10559-010-9201-6
- 2.Pankratova, N.D. Creation of Physical Models for Cyber-Physical Systems. Lecture Notes in Networks and Systems, 2020.. P.68-77. DOI: 10.1007/978-3-030-34983-7.
- 3.Colby R. The Encyclopedia of Technical Market Indicators. - М.: Alpina Publisher, 2011. - 840 p.

АВТОМАТИЗОВАНА ПІДТРИМКА АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ МАЙНИНГУ

Важливість блокчейну полягає у наступному – швидкість отримання і точність даних відіграють вирішальну роль. Блокчейн ідеально підходить для надання такої інформації, оскільки він пропонує уповноваженим учасникам мережі миттєвий, загальний і повністю прозорий доступ до інформації в незмінному реєстрі. Мережа блокчейну дозволяє відстежувати замовлення, платежі, облікові записи, товари та багато іншого. І оскільки всі учасники мають загальний доступ до єдиного джерела достовірних даних, ви можете в будь-який момент переглянути всі відомості про транзакції, щоб працювати з більшою впевненістю і отримати нові переваги і можливості. Наразі блокчейн вже набув широкого розповсюдження і використовується як у приватному, так і в державному секторах і виконує різноманітні задачі такі як: електронний документообіг, реалізація криптовалюти, торгівля ресурсами, затвердження зобов'язань (смарт-контракти) [1]. Оглядаючись на розвиток ІТ-технологій і їх стрімке впровадження, можна стверджувати що в подальшому майбутньому, технологія блокчейн неодмінно буде розвиватись в концепції удосконалення алгоритмів майнингу, організації однорангових мереж, застосування великої кількості обчислювальних ресурсів із масовим залученням користувачів для вирішення конкретних задач для великих компаній або держав [2].

Наведене вище твердження формує питання, в основі якого лежить один із найважливіших процесів в блокчейні – майнинг.

Майнинг представляє собою обчислювальний процес, суть якого полягає у підборі хеш-значенні, який буде задовольняти певним умовам (наприклад такій, щоб визначена кількість символів у хеш-значенні була представлена нулями) [3]. Саме завдяки майнингу, можливо довести іншим користувачам блокчейну, що транзакція (в термінології блокчейн – це структура з інформацією, що несе корисну інформацію, наприклад грошова сума, кількість переданих ресурсів і т.д.) дійсно була отримана користувачем, і інші користувачі (майнери) довели, що в даній транзакції ніхто не підробив дані (proof of concept) [2]. За успішний майнинг покладається винагорода, яка здатна компенсувати капітальні витрати на електроенергію, закупку та обслуговування обчислювальних ресурсів.

Необхідно зазначити, що чим більше користувачів системи, тим більше необхідно обчислювальних ресурсів для майнингу. Невідомо, які потужності наявні у майнера, що тягне за собою конкуренцію за право першого правильно підібраного хеш-значення і подальше отримання винагороди. Отже постає питання оптимальної організації і використання ресурсів.

Актуальність даної роботи полягає в тому, що з розвитком ринку криптовалюти росте потреба у автоматизованій підтримці апаратного забезпечення для майнингу. Це необхідно для того, щоб можна було з легкістю запускати програмне забезпечення для майнингу на десятках, сотнях і тисячах ферм, що в свою чергу скорочує час для налаштування інфраструктури та пришвидшення отримання прибутку від криптовалют.

Метою даної роботи є задача по організації та використанню ресурсів, створення автоматизованої системи (ERP – Enterprise Resource Planning), яка могла би проводити облік, керування, обслуговування та організацію закупівель обчислювальних ресурсів.

В даній системі передбачається організація процесів: обліку обчислювальних ресурсів, керування конфігураціями ресурсів, керування профілактичними роботами, закупівля обладнання. Для підбору необхідного обладнання також наявний деталізований каталог обладнання, який дозволяє проводити планування. Дана система може бути

застосована для загально доступної або приватної мережі, а також для ексклюзивного блокчейну або блокчейн -консорціуму.

Процеси описані у вигляді замовлень (Work Orders). Вони створюються, редагуються, змінюють свій статус користувачами з конкретним набором прав. Життєвий цикл представлений у вигляді фаз (кожній фазі притаманний статус). На кожну із цих фаз назначено користувача, який, відповідно, повинен виконати дії із вище вказаним замовленням згідно зі своїми правами. Життєвий цикл замовлень представлено на рисунку 1.

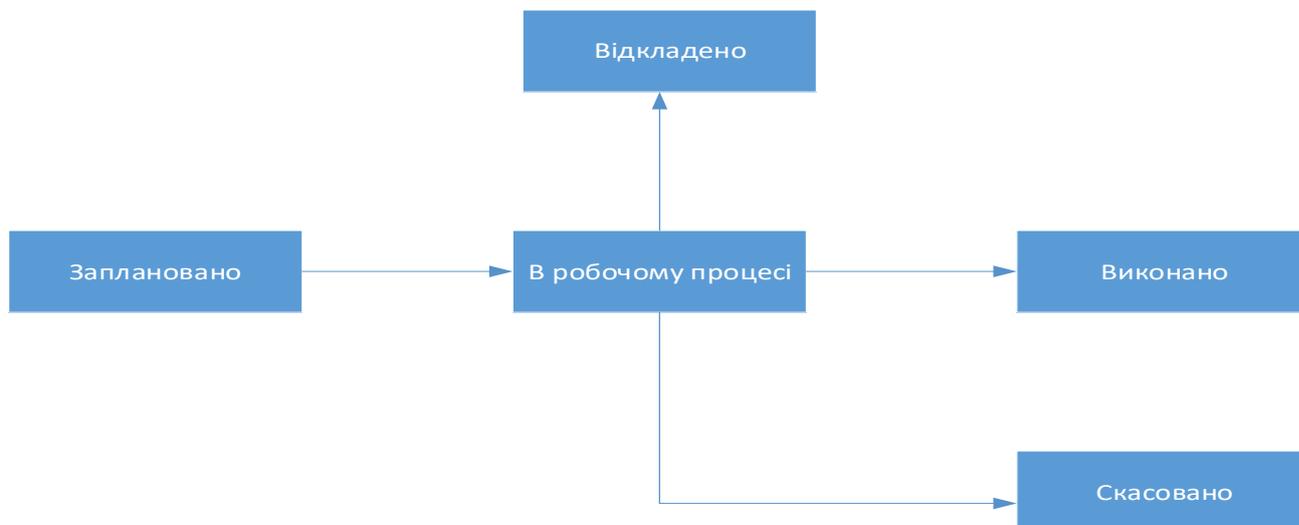


Рисунок 1 - Життєвий цикл замовлень в системі

Систему пропонується виконати за архітектурою «Клієнт-сервер» за допомогою Java, екосистеми на стороні сервера, та мови JavaScript з використанням бібліотеки React.js на стороні клієнту. Система що проектується вимагає виконання ACID принципів. Дану вимогу може забезпечити реляційна база даних PostgreSQL, мова програмування Java, Spring Framework для створення веб-додатків та роботи з базою даних. Вибір технологій обґрунтований опираючись на швидкість розробки та архітектуру додатків, постійний розвиток вище зазначених технологій.

Результатом обговорення є аналіз концепції та особливостей блокчейну та майнінгу, формування та декомпозиція задачі, формулювання методів організації, керування та планування ресурсами.

Висновки. Розглянуто технологію блокчейн, концепцію майнінгу, задачу яку майнінг формує для найефективнішого використання ресурсів та запропоновано рішення у вигляді автоматизованої системи з планування та організації ресурсів.

На даний час практично не існує гнучкого програмного забезпечення, яке б могло задовольнити повністю вимоги майнінг процесів, тому розробка подібної системи це практична можливість рішення поставленої задачі в рамках цієї предметної області.

Перелік посилань:

1. Сегеда І.В., Локотарев Є.О., Шаповал В.О. Реалізація використання блокчейн-технологій у енергетичному секторі. / Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського Серія:Економіка і управління Том 30 (69). № 4, 2019, С. 160-165 (DOI: <https://doi.org/10.32838/2523-4803/69-4-51>)
2. Nakamoto S. A Peer-to-Peer Electronic Cash System [Електронний ресурс] // Bitcoin. – Режим доступ до ресурсу: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
3. Цифровая энергетика: видение, практики, технологии : Информационно-аналитические работы 2018 г. / Инфраструктурный Центр EnergyNet. — [б. м.] : [б. и.], 2018. — 224 с.

АВТОНОМНЕ ВСТАНОВЛЕННЯ КОМУНІКАЦІЇ МІЖ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМИ АГЕНТАМИ ТА УТВОРЕННЯ МУЛЬТИ-АГЕНТНОЇ СИСТЕМИ

В умовах сучасного швидкого розвитку технологій, значний стрибок у розповсюдженості досягли технології інтернету речей – Internet of Things, зокрема, мульти-агентних систем.

Ця наукова робота присвячена проблемі процесу встановлення взаємозв'язку між інтелектуальними агентами та створення мульти-агентних систем з існуючих агентів.

Сучасні мульти-агентні системи – це складні угруповання різних за функціоналом та можливостями інтелектуальних агентів, що можуть бути як фізичними пристроями інтернету речей, так і віртуальними структурами, що використовують свої архітектурні властивості для вирішення складних задач, що можуть змінюватись в умовах мінливості навколишньої ситуації [1, 3, 5].

Одним з значних недоліків мульти-агентних систем є складність їх конфігурації і запуску з використанням агентів різних видів та властивостей і подальше обслуговування системи, що може включати в себе інтеграцію додаткових функцій у роботу системи та агентів [2, 4]. Існуючі мульти-агентні системи вимагають докладання значних зусиль з боку інтегратора або іншого кваліфікованого персоналу для їх запуску та подальшого обслуговування. Причиною цьому є відсутність уніфікованого, простого, підходу утворення та розширення, з достатнім рівнем безпеки, мульти-агентних систем [4].

Ця наукова робота описує аналіз основних перепон створення загальноживаного підходу встановлення комунікації між інтелектуальними агентами мульти-агентної системи в умовах мінливості навколишньої ситуації та шляхи їх вирішення, що дозволить зробити цей процес швидким, безпечним, простим для впровадження у існуючі та майбутні мульти-агентні рішення та зменшить вимоги до персоналу, що займається створенням та обслуговуванням мульти-агентних систем, а також зменшить вплив людського фактору на роботу мульти-агентних систем.

Для забезпечення безпеки процесу встановлення комунікації між агентами мульти-агентної системи в умовах мінливості ситуації, слід враховувати наступне:

- Можливість впливу мінливості ситуації на коректну роботу та комунікацію агентів.
- Можливість людського втручання у налаштування окремих агентів або системи взагалі.
- Можливість встановлення комунікації між агентами різних видів та застосувань.
- Можливість взаємодії між агентами з використанням різних методів комунікації.
- Захищеність методів встановлення комунікації та самої комунікації від постороннього втручання у роботу агентів та мульти-агентної системи.

Результатом проведеного дослідження є створення методу автономного встановлення комунікації між інтелектуальними агентами та утворення мульти-агентної системи. Це дозволяє звести до мінімуму вплив обслуговуючого персоналу на організацію мульти-агентної системи з окремих інтелектуальних агентів.

Ця розробка має найбільший потенціал для використання у новітніх розробках інтелектуальних агентів та створюваних з ними мульти-агентних системах.

Головні обмеження, які накладає можлива мінливість навколишньої ситуації, відносно мульти-агентної системи, вирішуються принципами роботи розробленого підходу та його загальною простотою.

Впровадження такого підходу до організації мульти-агентних систем дозволить

інтеграторам та науково-дослідним комплексам підвищити швидкість впровадження новітніх розробок, зменшити ризики використання цих новітніх розробок та знизити навантаження на високо кваліфікованих кадрів цієї сфери роботи.

Перелік посилань:

1. D. Ye, M. Zhang and A. V. Vasilakos (2017), "A Survey of Self-Organization Mechanisms in Multiagent Systems," in *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, vol. 47, no. 3, pp. 441-461, doi: 10.1109/TSMC.2015.2504350.
2. A. Zidan *et al.* (2017), "Fault Detection, Isolation, and Service Restoration in Distribution Systems: State-of-the-Art and Future Trends," in *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 8, no. 5, pp. 2170-2185, doi: 10.1109/TSG.2016.2517620.
3. D. Vysoven (2020), "Intelligent agent of access management and control system," in International Competition of Student Scientific Works Black Sea Science 2020, Odessa, ONAFT
4. J. Qi, R. Vazquez and M. Krstic (2015), "Multi-Agent Deployment in 3-D via PDE Control," in *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol. 60, no. 4, pp. 891-906, doi: 10.1109/TAC.2014.2361197.
5. A. Dorri, S. S. Kanhere and R. Jurdak (2018), "Multi-Agent Systems: A Survey," in *IEEE Access*, vol. 6, pp. 28573-28593, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2831228.

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧІ РУХУ НАВКОЛО ПЕРЕШКОДИ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДКРИТОГО ПРОГРАМНОГО КОДУ C++ OPENFOAM

OpenFOAM - це бібліотека C++ для створення виконуваних файлів, або додатків [1, 2] з метою чисельного моделювання задач динаміки рідини та газів. OpenFOAM поширюється з великим набором попередньо скомпільованих додатків. Користувачі можуть створювати свої власні додатки, або змінювати існуючі. Додатки діляться на дві основні категорії: вирішувачі, кожен з яких призначений для вирішення конкретного завдання в обчислювальному континуумі механіки рідини; та службові програми, які виконують прості завдання попередньої та подальшої обробки, в основному пов'язані з маніпулюванням даними і алгебраїчними обчисленнями

Загальна структура OpenFOAM, як показано на рис. 1, містить набір попередньо скомпільованих бібліотек, які динамічно підключаються під час компіляції вирішувачів та утиліт та містить середовища попередньої та подальшої обробки даних. Інтерфейс до них - службові програми OpenFOAM, які забезпечують узгодженість обробки даних.

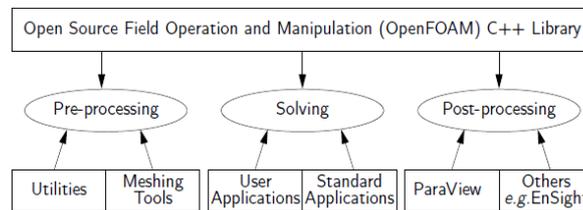


Рисунок 1 – Загальна структура OpenFOAM.

Розглянута в роботі задача, описує проходження хвилі через перешкоду у 2-х вимірному просторі за допомогою OpenFOAM. Особливістю задачі є потік двох рідин, розділених вільною поверхнею. Двофазний алгоритм в InterFoam заснований на методі об'єму рідини (VOF), в якому для визначення відносної об'ємної частки двох фаз або частки фази в кожній обчислювальній комірці використовується рівняння потоку. Фізичні властивості обчислюються як середньозважені значення на основі часток. Метод VOF означає, що інтерфейс між фазами явно не обчислюється, а виступає як властивість поля фаз. Оскільки частка фази приймає значення від 0 до 1, інтерфейс не є чітко визначеним, але має об'єм навколо області, де існує чіткий інтерфейс (вода-повітря).

Для моделювання розглянуто квадрат сторона якого 100 мм. Було використано рівномірну сітку з 5 блоків розміром: перший блок 75 на 40 клітин; другий блок 60 на 40 клітин; третій блок 75 на 150 клітин; четвертий блок 20 на 150 клітин; п'ятий блок 60 на 150 клітин (розмір сітки 0,67x0,67 мм).

Генератор сіток в OpenFOAM, *blockMesh*, генерує сітки з опису, зазначеного у вхідному файлі, *blockMeshDict*. Було створено список з 5 граничних умов: ліва стіна, права стіна, нижня стіна, атмосфера та за замовчуванням. Повітря розглядається як нерухоме,

У проєкті використовуються загальноновживані формули. Записи у *fvSchemes* наведені нижче.

```

ddtSchemes
{
    default          Euler;
}
  
```

```

gradSchemes
{
    default          Gauss linear;
}
divSchemes
{
    div(rhoPhi,U)   Gauss linearUpwind grad(U);
    div(phi,alpha)  Gauss vanLeer;
    div(phirb,alpha) Gauss linear;
    div(((rho*nuEff)*dev2(T(grad(U)))) Gauss linear;
}
laplacianSchemes
{
    default          Gauss linear corrected;
}
interpolationSchemes
{
    default          linear;
}
snGradSchemes
{
    default          corrected;
}

```

На рис. 2 показано результати розрахунку внутрішнього тиску води P , Па через 2 та 6 с (зліва направо) при проходженні хвилі через перешкоду. Обрахунок дозволяє підібрати параметри перешкоди так, щоб вона витримала тиск води.

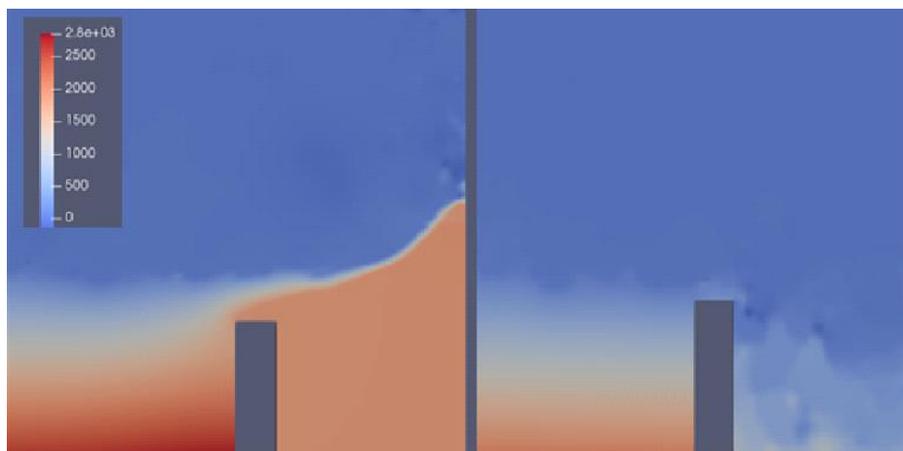


Рисунок 2 - Розрахунок внутрішнього тиску води P , Па через 2 та 6 с (зліва направо)

Перелік посилань:

1. OpenFOAM v8 User Guide. url: <https://cfd.direct/openfoam/user-guide>.
2. J Rhoads. OpenFOAM Workshop 2014: Effects of grid quality on solution accuracy. 2014.

ДИСТАНЦІЙНА СИСТЕМА СИНХРОНІЗАЦІЇ ТА АНАЛІЗУ ПОКАЗНИКІВ ДАТЧИКІВ НА ПРИКЛАДІ ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Система прийняття рішень не може повноцінно працювати без контролю інформації в режимі реального часу. Проблему такого контролю можна вирішити з використанням бездротової сенсорної мережі (БСМ). Така мережа з'єднує датчики та передавачі та надає можливість отримувати дані безпосередньо з зони моніторингу, і є засобом для автоматичного збору даних. Зокрема, в екологічному моніторингу, з використанням БСМ можна оперативно фіксувати лісові пожежі, паводки, зміщення ґрунтів, вимірювати вологість повітря чи кислотність ґрунту. Тому розробка БСМ є важливою та актуальною.

Дослідження БСМ почалися з 90-х років [1]. Однак, з розвитком технологій змінюються підходи до імплементації та використання БСМ для попередження надзвичайних ситуацій. А метааналіз та порівняльний аналіз альтернативних топологій та підходів до розв'язання вказаної проблеми при використанні БСМ, показав найбільш ефективні та сучасні рішення. Тому задачами роботи є розробка пристрою (враховуючи особливості застосування) та подальша обробка отриманих даних.

Топологія розроблюваної БСМ на рис.1 представлена у вигляді неорієнтованого зваженого графа. В такому графі кожен модуль, котрий передає інформацію є вершиною, а бездротове з'єднання – ребром, інцидентним цим вершинам (модулям). Як вагу ребра розглядаємо ймовірність втрати пакету, оскільки відправлений пакет між вершинами (модулями) не гарантує отримання. Тому ребра занумеровані та кожне з них має певну вагу, що не вказана на рис. 1.

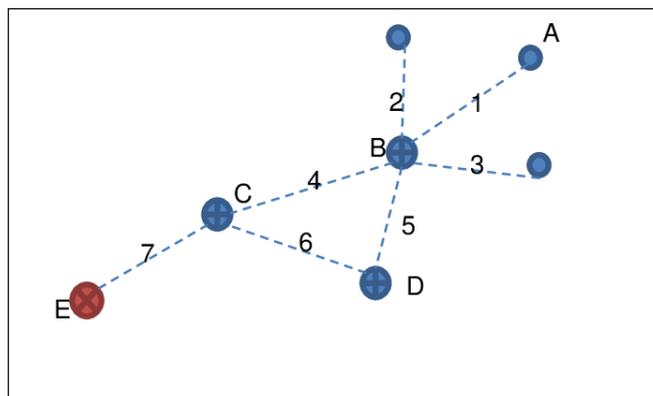


Рисунок 1 - Приклад топології бездротової сенсорної мережі

Базуючись на особливостях предметної області, розроблена БСМ повинна відповідати певним вимогам, зокрема:

- 1) бути автономною – в цьому разі мережа може використовуватись у віддалених місцях (в лісах, полях), без використання мережевого живлення. А отже варто зосередитись на енергоефективності, розглянути можливість автономного живлення, наприклад від сонячної батареї.
- 2) мати стійкість до зовнішніх факторів – в ході використання складові мережі будуть знаходитись в природних умовах. Тому конструкція має бути стійка до

потенційних факторів, котрі здатні вивести з ладу елементи мережі, таких як, вологість, перепади температури, опади, діяльність людей.

- 3) мати надійні канали зв'язку – потенційно БСМ розміщується на великій території, і забезпечення всіх модулів можливістю передачі даних одразу на сервер для обробки є складним. Необхідні комунікаційні вузли з доступом до сервера, наприклад за допомогою GSM, та забезпеченням можливості міжвузлового бездротового з'єднання для передачі інформації. Тобто, достатньо як мінімум одного комунікаційного вузла для подальшої передачі інформації зібраної БСМ.
- 4) бути відмовостійкою – враховуючи попередній пункт, будь-який вузол може бути використаний як трансмітер інформації, це створює ризики, оскільки відмова одного модуля може призвести до втрати з'єднання з іншими, або ж до повної відмови мережі.

Базуючись на результатах розробки БСМ в НАН України, можна сформуванати оцінки для проведення подальшого факторно-критеріального аналізу і використанню його для оцінки розробленої БСМ [2]. Зокрема видно, що для роботи БСМ використовується окремий координаційний вузол, котрий є слабкою ланкою системи та може призвести до відмови всієї системи. А використання динамічної маршрутизації при пересиланні пакетів, є способом збільшити відмовостійкість мережі.

Також при описаному покращенні варто звернути на роботу Новікова В.І., котрий в ході моделювання, довів ефективність динамічної маршрутизації, як одну зі складових максимізації автономності [3].

Як один з перших етапів дослідження та оцінки описаних покращень, створено експериментальну мережу на базі чотирьох мікроконтролерів Esp32. При розробці реалізовано вищеописане динамічна маршрутизація, вузли були неавтономними, енергозатрати вимірювались та в подальшому - аналізувалися. Система аналізу була диференційованою, динамічна маршрутизація полягала в тому, що кожен з вузлів самостійно обраховував подальший маршрут пересилання пакету. В результаті тестування мережа виявилась енергонеєфективною, оскільки енергозатрати необхідні для обрахунку та додаткових синхронізацій виявились вищими, аніж при імперативному описі шляху. Проте відмовостійкість мережі збільшилась.

В цілому, аналіз можливих рішень для максимізації оцінки розробленої БСМ можна проводити, опираючись на описані 4 головні вимоги предметної області. Також для оцінювання БСМ пропонується використовувати факторно-критеріальний аналіз з урахуванням відмовостійкості та енергозатратності мережі.

Перелік посилань

1. Jonathan R. Agre, Loren P. Clare, Gregory J. Pottie, and Nikolai P. Romanov Development platform for self-organizing wireless sensor networks, Proc. SPIE 3713, Unattended Ground Sensor Technologies and Applications, (30 July 1999);
2. V. Romanov, O. Palagin, I. Galelyuka, O. Voronenko WIRELESS SENSOR NETWORK FOR PRECISION AGRICULTURE AND ECOLOGICAL MONITORING УДК 681.5 2014.
3. Новіков В.І. Методи збільшення часу життя безпроводної сенсорної мережі з надлишковою кількістю вузлів під час стеження за цілями моніторингу// Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. – 2017. Т. 28 (67), № 2. – С.38 – 43.

MODERN CLOUD STORAGE TECHNOLOGIES

Relevance. With the growing applicability of information technology in all spheres of human life, the amount of data that must be stored and processed inevitably increases. Storing such painful amounts of data requires the development of scalable and fault tolerant storage systems that can meet the needs of enterprises. Cloud computing serves mentioned requirements as a model to provide ubiquitous, convenient, network access on demand to a shared pool of configured computing resources that can be quickly provided and released with minimal effort.

Goals. The purpose of this work is to review algorithms and methods for implementing cloud data storages suitable for use in scenarios that require easy scaling and a high level of fault tolerance. The work is also aimed at considering existing technologies for storing data in the cloud, at analyzing their differences and similarities, suitability for specific use cases.

Materials and methods. Cloud storage architecture usually consists of front end, middleware, back end. The front end can be a webservice, desktop or mobile application. Middleware tier consists of storage logic which implements various features like replication, data reduction and data placement algorithms. The back end implements the physical storage for data.

An important part of the cloud model is the concept of a pool of resources utilized on request in small portions. Cloud storage is simply about providing virtualized storage on demand. This architecture is based on a storage virtualization model. Storage virtualization is necessary to perform the necessary operations to divide the available storage space into virtual volumes regardless of the physical location of the available storage components. Model consists of three levels: Virtual storage management, Rules and metadata management and Interface. At the level of interface, the administrator and users are presented with interface modes, which can include commands, client web browsers. The Rule and Metadata Management layer consists of 2 parts Under layer and Upper layer. The upper layer consists of separate interface for client and admin. Both interfaces have different rights. Rule is created from the Operating Transactions. In the client interface, user requests are sent to the Resource Based Services and Meta-Based Services. These services are present in the Under layer. Resource based service control resource scheduling, whereas Meta-based Service manages the Meta data. Physical device virtualization and data/ file request load balancing is taken care by the Virtual Storage Management layer [1].

One of related technologies to achieve efficient cloud storage capabilities is Distributed File System (DFS). It is a client-server application that allows users to access, process or modify data that is stored on a remote server as if it existed on their own systems. When a client accesses a file, the server or host provides the user with a replicated copy of the requested file. The file itself is cached on the user's system while the data is processed and returned to the server. DFS stores files on multiple central servers that can be accessed simultaneously by multiple isolated users on the network. Only with the appropriate authorization rights can clients access these files. The client can work with the file in the same way as if it is stored locally on their local system. If the client finishes working on the file, it goes back over the network to the server, which saves the original or modified file for later retrieval by the same or another user. DFS also uses a different naming scheme to map and track files located on different non-central servers. It organizes its files according to a hierarchical file management system [2].

Storing data in the cloud is related to risks of data loss. To cope with such issues various algorithms are used. One of them, proposed by Naor and Roth is an information dispersal algorithm over arbitrary graphs. In this model, an arbitrary file f is distributed among the nodes of the graph in such a way that each node of the graph, referring to its own memory and to its

neighboring nodes' memory, can restore the contents of f . Their scheme can be used to store files in distributed networks. The main idea of this algorithms is to add some redundancy to the information, and then break it up into n fragments, each of which is transmitted to one of the parties. Propagation algorithms are used to slice data packets so that they cannot be recognized when they are in storage arrays or traversing a network. The data can be re-collected on the receiving device. The effectiveness of any information dissemination algorithm is calculated taking into account the size of the parts transferred to each participant. Information dissemination algorithms provide a methodology for storing information piecemeal (dispersed) across multiple locations so that redundancy protects information in the event of a location failure, but unauthorized access at any one location does not provide useful information. Only the creator or user with a list of recent pointers with the original propagation algorithm can correctly collect the complete information. It has been expanded to include peer-to-peer (P2P) file sharing technologies and protocols, such as those based on the Bit Torrent protocol, which has proven its reliability on the Internet [3].

As an example of implementation there are many cloud storage providers. Most providers provide free space up to certain gigabytes. For example: DropBox provides free space up to 2 GB, Google Drive, Box, Amazon, Apple Cloud provide free space up to 5 GB, Microsoft SkyDrive provides free space up to 7 GB [4]. The client has to pay the amount according to the plan if they cross the free space limit. Features such as maximum file size, automatic backups, bandwidth, limited space upgrade vary from one provider to another, for example, the maximum file size in DropBox is 300MB, while the maximum file size in Google Drive is 1TB. With the cloud storage service, customers do not need to invest in storage devices, even technical support is not required for maintenance, storage, backup and disaster recovery. The concept of cloud storage does not make sense when the customer can store and manage data at low cost compared to using the cloud. So, the cloud must be designed to be cost effective, autonomous computed, multi-tenant, scalable, affordable, manageable, efficient [1].

Results. As the result of this research technologies which make storing data in the cloud were presented. Described underlying technologies for implementing cloud data storage include storage virtualization, distributed file system, data dispersal algorithm. Storage solutions as DropBox, Google Drive, Box, Amazon, Apple Cloud were reviewed. Data storage is crucial part of software ecosystem and ability to provide large amounts of storage volume on demand is the reason why cloud storage technologies are relevant and needed.

References:

1. A STUDY ON CLOUD STORAGE [Электронный ресурс] // International Journal of Computer Science and Mobile Computing. – 2014. – Режим доступа до ресурсу: <https://ijcsmc.com/docs/papers/May2014/V3I5201499a81.pdf>.
2. Evolution and Analysis of Distributed File Systems in Cloud Storage: Analytical Survey [Электронный ресурс] // IEEE International Conference on Computing Communication and Automation (ICCCA 2016)At: Galgotia University. – 2016. – Режим доступа до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/312469756_Evolution_and_Analysis_of_Distributed_File_Systems_in_Cloud_Storage_Analytical_Survey.
3. A Survey on Storage Virtualization and its Levels along with the Benefits and Limitations [Электронный ресурс] // INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER SCIENCES AND ENGINEERING. – 2016. – Режим доступа до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/305933028_A_Survey_on_Storage_Virtualization_and_its_Levels_along_with_the_Benefits_and_Limitations.

COMBINED APPROACH TO CHECKING THE RELIABILITY OF ORGANIZATION ACTIVITY EVALUATION DATA

One of the most important things for the systems of assessment of the state and activity of organizations is reliable and verified information - information that can be trusted. What is the basis of this trust? Any system that provides reliable data is based on the V&V principle, namely verification and validation. Both concepts are used to verify the compliance of the actual properties of the data to the expected [1].

Although these concepts are similar in sound and are constantly used together, they mean significantly different types of checks. Yes, verification raises the question of whether this data is reliable, while validation raises the question of whether the method of data verification is appropriate.

Thus, verification is based on the desire that in relation to any data you interact to, there would be complete confidence that this is the expected information and not accidental throwing. The purpose of verification is to form a set of reliable data that can be trusted [2].

Combined approach is proposed to implement a system of verification data of organizations using automated methods and possibility of manual intervention in the formation of the data by the responsible for their accuracy.

Let's consider the following verification methods in this system:

- automated verification when entering data and finding duplicates among available records;
- automatic verification of part of the entered information by comparing data with available open information resources on the Internet;
- control and verification of data by those responsible for maintaining information in the system.

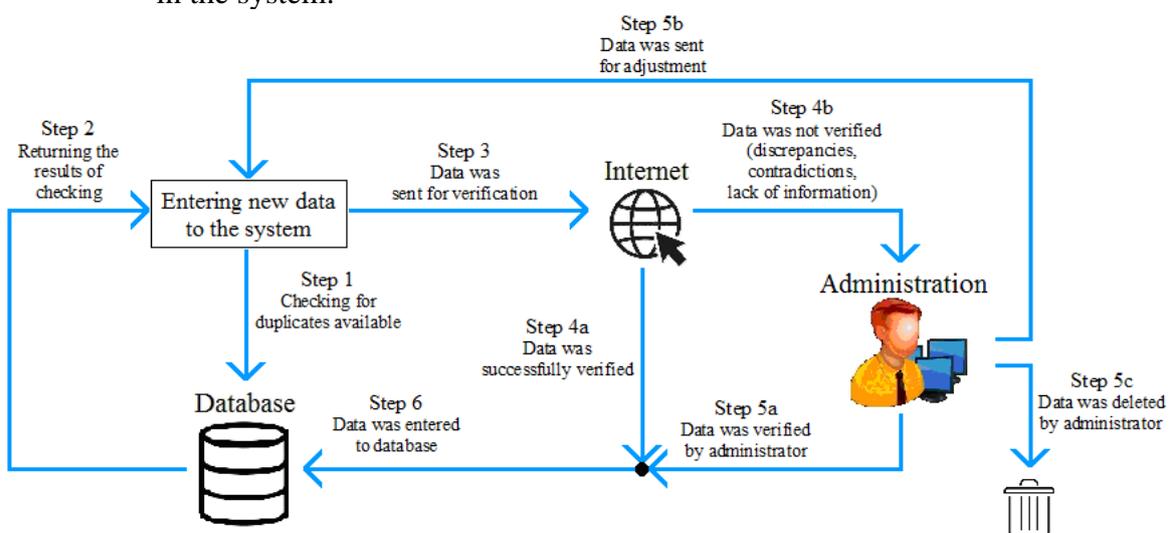


Figure 1 - Functioning scheme of the combined verification system

As shown in the diagram, in the process of entering information about the results of scientific and pedagogical activities, the presence of similar objects in the system is checked (Step 1). If you find semantically similar objects of the desired type, a list of found objects is shown to the user (Step 2). If the user decides that the results he entered are new, he continues

the data entry process in the usual way.

The correctness of data on publications in periodicals will be automatically checked by reconciling with the information in external information resources (Step 3). In the system it is possible to implement the method of fuzzy search of articles in foreign periodicals by such parameters as: year of publication, title, authors, title of the publication, volume, number, page numbers, etc. If the search is successful, the information can be added to the shared data warehouse (Step 4a).

If the search was not successful, which means some inaccuracies were found, inconsistencies or information was missing, then the results are transferred to the responsible administrator. It is possible to view the data and make corrections (Step 5b) or mark certain entries as inappropriate (Step 5c). If the data is correct, it is stored (Step 5a).

This approach is a very convenient and reliable option for verifying information in systems, as it combines automated processes and automated data validation and minimizes errors.

References:

1. Екатерина Рудина. Валидация и верификация // SECURELIST by Kaspersky. Updated: 09.11.2015. URL: <https://securelist.ru/validaciya-i-verifikaciya/27213> (date of request: 05.03.2021)
2. Edmund M. Clarke. The Birth of Model Checking. -Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ

Інформаційні технології в теплоенергетиці з кожним роком стають все більш затребуваними. Це пов'язано не тільки з природними процесами економічного зростання, а й з рядом проблем, з якими в даний час зіткнулася теплоенергетика. З різних причин тепlopостачання тривалий час не приділялося належної уваги, відповідно, економічний потенціал галузі поступово знижувався, а питання про ефективність енергозбереження, навпаки, ставав все більш актуальним.

Інформаційні технології в теплоенергетиці сприяють раціональному і економічно вигідному використанню природних енергоносіїв, підвищуючи ККД теплоенергетичних установок і комунікацій тепlopостачання, скорочуючи втрати енергії. Зокрема, інформаційні технології в теплоенергетиці дозволяють автоматизувати процеси збору статистичних даних та їх аналіз, що дозволяє грамотно вирішувати багато проблем тепlopостачання і сприяє удосконаленню теплоенергетичної галузі в цілому [1], [2].

У сучасному суспільстві інформаційні технології в теплоенергетиці впроваджуються повсюдно, починаючи від діючих теплових електростанцій і закінчуючи приватними котельнями. А також, що відповідає державним програмам з розвитку паливно-енергетичного комплексу країни, інформаційні технології в теплоенергетиці в обов'язковому порядку використовуються при модернізації наявних об'єктів галузі та введення нових потужностей.

Зокрема, інформаційні технології в теплоенергетиці дозволяють змодельовати економічну ефективність різних процесів тепlopостачання, оцінити доцільність запуску нових проектів і можливість включення їх в діючу систему теплоенергетики, що є важливим аспектом в питаннях інвестування та реалізації інноваційних проектів в галузі.

Для функціонування окремо взятих компаній інформаційні технології в теплоенергетиці сприяють вирішенню багатьох завдань. Програмне забезпечення здійснює цілодобовий контроль над процесами тепlopостачання, завдяки чому скоротилися втрати енергії в процесі транспортування тепла, з'явилася можливість своєчасного виявлення і усунення технологічних неполадок і аварійних ситуацій.

Інформаційні технології в теплоенергетиці дозволяють швидко і якісно відстежувати, акумулювати і обробляти всю необхідну інформацію в найкоротші терміни, підвищуючи працездатність персоналу і економічну ефективність підприємства.

Інформаційні технології в теплоенергетиці також використовуються і при роботі з кінцевими споживачами. Весь процес комунікацій між постачальником послуг і споживачем відстежується і враховується за допомогою спеціальних інформаційних систем. Розрахунок за показниками, надходження платежів, формування документообігу та інші послуги вже давно знайомі кожному з нас.

Інформаційні технології в теплоенергетиці дозволяють використовувати сучасні засоби автоматизації не тільки для вирішення локальних завдань з тепlopостачання окремих будинків або невеликих територій, а й здійснення більш глобальних проектів в масштабах району або міста [3], [4]. При цьому для нормального функціонування системи досить кількох людей, що також сприяє оптимізації кадрової політики підприємств. Інформаційні технології в теплоенергетиці, поряд з інноваційними розробками, є запорукою подальшого розвитку паливно-енергетичного комплексу країни. Незважаючи на те, що під час впровадження програмного забезпечення доводиться стикатися з різними труднощами, глобальна автоматизація набирає обертів, а збільшення потоку інвестицій в галузь сприяє прискоренню цього процесу.

Розглянемо таку структуру як оперативного диспетчерського управління

тепловими джерелами і тепловими мережами (ОДУТІТС) надалі диспетчерський центр.

Диспетчерський центр - це приміщення (зал, кімната, кабінет), оснащене засобами комунікацій (відеоконференцзв'язок, конференц-зв'язок та іншими засобами інтерактивного представлення інформації), призначене для оперативного прийняття управлінських рішень, контролю і моніторингу об'єктів різної природи, ситуацій і інших функцій [5].

Основними завданнями диспетчерського центру є:

- моніторинг стану об'єктів управління з прогнозуванням розвитку ситуації на основі аналізу інформації, що надходить;
- моделювання наслідків управлінських рішень, на базі використання інформаційно-аналітичних систем;
- експертна оцінка прийнятих рішень і їх оптимізація;
- управління в кризовій ситуації.

Для цього моніторингу розроблено автоматизовану систему контролю теплових джерел, теплових мереж, теплових пунктів і насосних станцій, яка призначена для вимірювання технологічних параметрів теплоносіїв і реєстрації облікових показників, а також для організації охоронної сигналізації, контролю стану обладнання та режимів електроживлення.

Для отримання достовірної інформації система повинна контролювати:

- температуру і тиск ХВП і ГВП в що подає й зворотному трубопроводах; витрата води в трубопроводах;
- наявність напруги на вводі;
- стан обладнання (вкл. / викл.);
- стан охоронної сигналізації.

Побудова автоматизованої системи буде володіти масштабністю і універсальністю достатніми для інформаційних систем об'єктів теплоенергетики. При цьому універсальність досягається за рахунок використання пристроїв збору і первинної обробки сигналів з різних датчиків, уніфікації програмно-апаратного забезпечення за всіма технічними показниками теплових джерел, теплових мереж, теплових пунктів і насосних станцій, що робить можливим проведення комплексного тестування і налагодження системи і підвищує надійність системи в цілому.

Впровадження АСУ дозволяє:

- знизити витрати за рахунок раціонального використання споживаних ресурсів, попередження і оперативного реагування на аварійні ситуації;
- знизити витрати робочого часу за рахунок виключення необхідності систематичного відвідування об'єктів, необхідності відновлення ліній зв'язку та скорочення аварійних ситуацій;
- підвищити відповідальність теплогенеруючої кампанії за режими подачі теплоносія;
- збільшити капіталізацію підприємства.

Перелік посилань:

1. Інформаційне забезпечення моніторингу ОБ'ЄКТІВ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ За редакцією чл.-кор. НАН України, В. П. Бабака Київ 2015

2. Чипулис В.П. и др. Система мониторинга и анализа режимов функционирования потребителей тепловой энергии // Информатизация и системы управления в промышленности. – 2005. – №7.

3. Чипулис В.П. и др. Автоматизация процессов мониторинга, регулирования и анализа режимов функционирования источников теплоты // Информатизация и системы управления в промышленности. – 2004. – №1.

4. Волошин Е.В., Кузнецов Р.С., Чипулис В.П. Автоматизация объектов теплоэнергетики на базе аналитической платформы // Автоматизация в промышленности. №12. 2016.

5. https://owen.ru/project/Monitoring_malyx_objectov_teploenergetici

Студент 4 курсу, гр. ТВ-371 Ковалик А.С.
Проф., д.т.н. Шушура О.М.

МОБІЛЬНИЙ ДОДАТОК СТВОРЕННЯ ТА ВЕДЕННЯ ДОВІДНИКА МЕТОДИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ З НАВЧАЛЬНИХ КУРСІВ КАФЕДРИ

Постановка проблеми: мобільні телефони, смартфони та інші мобільні пристрої давно увійшли у повсякденне життя молоді, зокрема, студентів. Кількість користувачів смартфонів щороку стрімко зростає. Популярність смартфонів серед молоді важко переоцінити.

За даними Креативного агентства We Are Social та платформи Hootsuite, як інформує інтернет-видання «Суспільне|Новини» від 29.10.2020 року, 9 із 10 користувачів Інтернету у всьому світі підключаються через мобільні пристрої. Через комп'ютери все ще підключаються 2/3 користувачів. Значна частина користувачів використовує обидва варіанти [1].

Як повідомляє інформаційне агенство «Інтерфакс-Україна» від 12.03.2021 року, кількість інтернет-користувачів в Україні зросла на 2 млн, що на 33% більше, ніж у 2019 році, і на початку 2021-го становила майже 30 млн.

За даними компанії GlobalLogic, стає більше не тільки українських інтернет-користувачів, а й у всьому світі: з 2019 року їхня кількість збільшилася на 280 млн.

Окрім того, через пандемію люди в усьому світі за останній рік стали на 57% більше дивитися фільмів, на 37% більше слухати музику та на 15% - підкасти [2].

З початком пандемії система освіти в багатьох країнах виявилася не готовою до дистанційного та мобільного навчання. Аналогічна ситуація відбулася і в Україні. Лише декілька (наприклад, Бельгія, Австралія, Естонія) з 96 країн, де у березні 2020 року було проведено опитування, мали розроблені плани щодо впровадження нововведень в навчальний процес [3].

З огляду на вищезазначену інформацію постає питання, як раціонально та ефективно використовувати мобільні пристрої в навчальному процесі, до прикладу, для самостійної роботи здобувачів освіти.

За рахунок скорочення кількості очних (аудиторних) занять та збільшення годин для позааудиторної самостійної роботи здобувачів освіти, навчально-методичне забезпечення освітнього процесу набуває особливого значення.

Цільовим призначенням методичних матеріалів є забезпечення навчального процесу систематизованими матеріалами, сприяння їх засвоєння студентом та покращення якості підготовки майбутнього фахівця.

Методичні матеріали поділяються на:

- методичні рекомендації (методичні вказівки) для підготовки практичних, семінарських занять;
- методичні рекомендації (методичні вказівки) щодо виконання лабораторних робіт;
- методичні рекомендації (методичні вказівки) для виконання курсових, дипломних робіт.

Методичні матеріали повинні відповідати вимогам: актуальність та прогресивність, новизна та прогресивність, достатній теоретичний рівень та практичне застосування.

Результат дослідження: мобільний додаток – це клієнт-серверний програмний продукт, розроблений спеціально для мобільних пристроїв з метою оптимізувати вирішення якоїсь проблеми або завдання в житті користувача.

Ціль і завдання мобільного додатку «Довідник методичних матеріалів» визначають список компонентів для існування та функціонування програмного комплексу. Разом з

мобільним додатком активно використовується веб-сайт. Для зберігання методичних матеріалів використовується реляційна база даних, а для взаємодії клієнтських додатків з нею – серверне API.

Мета дослідження полягає в розробці мобільного додатку для позааудиторної роботи студентів.

Предметом дослідження є мобільний додаток, як засіб для позааудиторної роботи студентів.

Результатом дослідження є розроблений мобільний додаток з методичними матеріалами для позааудиторної роботи студентів, база даних для зберігання інформації та API для взаємодії клієнтського мобільного додатку з базою даних.

Головною сторінкою мобільного додатку створення та ведення довідника методичних матеріалів з навчальних курсів кафедри є сторінка авторизації, з якої користувач потрапляє на сторінку з функціями додатку: перелік навчальних дисциплін додаткові можливості.

При виборі навчальної дисципліни, курсу навчання та потрібного методичного матеріалу, користувач отримує можливість для огляду затребуваної інформації.

При переході у пошук із додаткових можливостей, користувач отримує можливість ознайомлення з методичними матеріалами. Пошук проводиться по ПІБ викладача, який веде відповідну навчальну дисципліну або по назві методичного матеріалу.

Для отримання користувачем інформації щодо нових надходжень методичних матеріалів та ознайомлення з новинами кафедри був реалізований пункт меню «Новини» або «Нові надходження».

Схема діяльності мобільного додатку зображена на рисунку 1.



Рисунок 1 - Схема діяльності мобільного додатку «Довідник методичних матеріалів»

Висновки: дослідження показує можливості практичного використання мобільних пристроїв для самостійної роботи студентів. Застосування мобільного додатку «Довідник методичних матеріалів»:

- в значній мірі мінімізує час, який витрачає здобувач освіти на пошук необхідної інформації, як у бібліотеці, так і у мережі Internet;
- доступ до освітніх матеріалів є швидким та адаптованим під певну дисципліну;
- процес вивчення навчального матеріалу є максимально комфортним та не прив'язаним до певного місця.

Найбільшу ефективність дає поєднання використання мобільних пристроїв з традиційними методами навчання.

Перелік посилань:

1. Мобільний трафік попереду [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://susplne.media/74631-onlajn-2020-ak-pandemia-vplinula-na-onlajn-koristuvanna/>
2. За рік карантину кількість українських користувачів у соцмережах зросла на 7 млн і досягла 60% населення – GlobalLogic [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ua.interfax.com.ua/news/telecom/730770.html>
3. Reimers, F., & Schleicger, A. (2020). A framework to guide an education response to the COVSD-19 Pandemic of 2020 Ebook.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ОЦІНКИ СТУДЕНТСЬКИХ СТАРТАПІВ

«Україна: наступна стартап-нація» - так назвав свою свіжу колонку на Medium відомий венчурний інвестор і партнер іменитого акселератора 500 Startups Еніс Халлі [1].

Підприємства ІТ-індустрії, функціонуючи в нестабільних умовах мінливого зовнішнього середовища, підвищують вимоги до компетентності фахівців і потребують інноваційних процесів для протистояння зростаючій конкуренції. Для задоволення даним вимогам необхідно міняти концепцію підготовки фахівців у сфері інформаційних технологій.

На сьогоднішній день в області ІТ потрібні фахівці, які не просто володіють вміннями та навичками, але і ще вміють – бути гнучкими та швидко навчатися чомусь новому. Для цього доцільно вже під час навчання занурити студентів у таку середу, яка б сприяла розвитку низки компетентностей, що дозволяють продуктивно взаємодіяти в команді, розвивати креативність, дослідні та організаторські здібності, не відсуваючи на другий план професійні знання, вміння і навички. Така підготовка може бути втілена шляхом впровадження практики розробки проектів стартап в процес навчання. Розробляючи студентські ІТ стартапи, студенти зможуть втілити і реалізувати у своїх ідеях той потенціал, який так необхідний для інноваційного, технологічного розвитку підприємств України. Саме стартап може стати інноваційним інструментом навчання майбутніх ІТ-фахівців, що допоможе студентам отримати перший практичний досвід роботи і розвинути компетентності, необхідні для майбутньої професійної діяльності.

Зараз сфера ІТ-технологій є однією з найпопулярніших серед стартаперів. Стартапи в сфері hardware (апаратні засоби - залізо) в Україні розвинені поки недостатньо добре. Їх дуже мало. Справа тут в тому, що подібний напрямок вимагає інших технологій і інвестицій. У нашій країні поки переважають software (програмне забезпечення) - проекти.

Актуальність задачі по створенню автоматизованої системи оцінки студентських стартапів полягає в тому, що виникає проблема оцінки різноманітних проектів студентських робіт. Проаналізувавши існуючі методики оцінки стартапів були виділені головні критерії та умови оцінки студентських проектів [2].

Дана методика поєднує в собі основні показники оцінки студентських проектів, а також передбачає враховувати вагу певних критеріїв.

Критерії оцінювання:

- Новизна і інноваційна складова проекту;
- Наявність досвідченого зразка або моделі;
- Комерційний потенціал і реалізувати проекту;
- Актуальність і соціальна значущість проекту;
- Знання про потенціал ринку, аналогах, споживачах;
- Інвестиційна привабливість бізнес – концепції;
- Комерціалізуємость проекту;
- Розподіл бюджету проекту;
- Компетентність, досвід і навички учасників проекту;
- Презентаційні навички;
- Змістовність презентації;
- Уміння відповідати на запитання експертів.

Приймаємо, що: x - критерій,

a - оцінка критерію за п'ятибальною шкалою,

b - вага критерію, $b \in [0,1; 1]$

i - номер критерію, $i \in [1; 12]$ тоді:

$$x_i = \sum a_i * b_i \quad (1)$$

По кожному зваженому критерію експертним шляхом присвоюється відповідна оцінка за п'ятибальною шкалою. Експертами в даному випадку виступають: викладачі, підприємці, експерти в різних галузях знань. Формула оцінки проекту буде виглядати так:

$$\sum x_i = \frac{a_1 * b_1 + a_2 * b_2 + a_3 * b_3 + \dots + a_{12} * b_{12}}{\sum b_i} \quad (2)$$

Максимальне значення результатів оцінки студентських проектів та розробок за цією методикою дорівнює 60, мінімальне - 12. Вага критеріїв дозволяє розподілити значимість даних оцінок щодо проектів і виділити найбільш перспективні проекти.

Оскільки проблема оцінки студентських проектів і стартапів є досить актуальна, то виникає потреба у створенні автоматизованої системи оцінювання. В даній системі передбачається організація декількох процесів. По-перше, це створення та редагування записів у базі даних. Користувач зможе вносити необхідні дані, як наприклад: ім'я автора стартапу, назва стартапу та оцінки по кожному критерію, а також редагувати, чи навіть видаляти їх у разі необхідності, за допомогою інтерфейсу користувача. По-друге це розрахунок оцінки проекту за формулою, що вказана вище (2). Дані для розрахунку, а саме оцінки за критеріями, беруться з бази даних. Результат виконання розрахунку буде відобразитись у окремому вікні.

Для написання програми будуть використовуватись форми Windows Forms та мова програмування C#. Для розробки буде використовуватись середовище Visual Studio 2017. Щоб забезпечити зручну роботу з реляційною базою даних доцільно буде використовувати SQL Server Express LocalDB, адже з його допомогою досить просто підключити базу даних до додатку.

Висновки. Запропонована комплексна методика оцінки стартап проектів кафедри допоможе учасникам стартап проекту - розібратися, що треба доопрацювати і на що звернути увагу. А також допоможе в оцінці проектів замовниками, при проведенні підприємницьких конкурсів та майбутнім інвесторам.

Перелік посилань

1. Спецпроект LIGA.NET На заре стартапономики. Почему украинцы могут стать новой стартап-нацией? [Електронний ресурс], режим доступу: <https://project.liga.net/projects/startups/>
2. Ширяева Э.Ю. Методика оценки бизнес-идей и разработок // В сборнике: Инновационное развитие социально-экономических систем: условия, результаты и возможности: Материалы III международной научно-практической конференции. 2015. С. 283-286.

Студент 4 курсу, гр. ТР-72 Гуковський В.Г.
Проф., д.т.н. Гаврилко Є.В.

ВИБІР БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВКИ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДОКТОРА ФІЛОСОФІЇ

Реляційна база даних - це набір таблиць (наборів даних з рядками та стовпцями), які містять інформацію, що стосується інших таблиць бази даних. Ми розглянемо три найпопулярніші реляційні бази даних: MySQL, PostgreSQL, SQL Server [1], [2], [3], [4].

MySQL

Згідно з рейтингом DB Engines, MySQL є однією з найпопулярніших баз даних. Це безсумнівний лідер серед рішень SQL, якими користуються Google, LinkedIn, Amazon, Netflix, Twitter та інші. Популярність MySQL значно зростала, оскільки команди все частіше віддають перевагу рішенням з відкритим кодом, а не комерційним.

Ціна: рішення бази даних розроблено Oracle і має додаткові платні інструменти; основний функціонал можна отримати безкоштовно.

PostgreSQL

Перевірена часом реляційна база даних, яка відома тим, що підтримує велику кількість типів даних, інтуїтивне зберігання даних без схеми та багату функціональність. Деякі розробники навіть стверджують, що це найдосконаліша база даних з відкритим кодом на ринку. Це, безумовно, дуже універсальне рішення.

Ціна: з відкритим кодом.

SQL Server

На відміну від PostgreSQL та MySQL, SQL Server є комерційним рішенням. Її обирають компанії, які регулярно стикаються з великими робочими навантаженнями. Вона також вважається однією з найбільш сумісних систем із послугами Windows.

Інфраструктура SQL Server включає в себе безліч додаткових інструментів, таких як служби звітності, системи інтеграції та аналітика. Для компаній, які керують кількома командами, ці інструменти значно впливають на повсякденну роботу.

Ціна: база даних має безкоштовну версію для розробників та малого бізнесу, але підтримує лише 1 процесор, 1 ГБ максимальної пам'яті, що використовується механізмом баз даних, і 10 ГБ максимального розміру бази даних.

Яку саме БД обрати?

Студентам, які практично не мають досвіду роботи з SQL і прагнуть отримати найбільш широко застосовувані навички, я рекомендую починати з PostgreSQL. Незважаючи на величезну популярність MySQL, PostgreSQL може бути кращим вибором, оскільки його синтаксис найбільш відповідає стандарту SQL. Це означає, що ви можете легко перекласти свої навички в інші системи управління базами даних, такі як MySQL. Крім того PostgreSQL пропонує багато приємних пілг.

Не менш важливою є цілісність даних у базі даних. З PostgreSQL вам не слід турбуватися про це. Останнє, але не менш важливе - це продуктивність. Це, мабуть, найбільш визначальний фактор. PostgreSQL тут теж розвивається.

Для яких проектів підходить PostgreSQL?

Як перевірена та надзвичайно гнучка система управління базами даних, PostgreSQL використовується в багатьох галузях та сценаріях. Об'єктно-реляційна база даних є першокласною базою для безпечної роботи широкого кола додатків. Наприклад, проект з відкритим вихідним кодом є ідеальним рішенням для програмного забезпечення для

онлайн-банкінгу завдяки своїй інтегрованій концепції транзакцій та підтримці MVCC (багатоверсійний контроль паралельності: процедура ефективного виконання конкурентного доступу). Програми аналізу, такі як Matlab або R, також добре працюють з базою даних, саме тому PostgreSQL часто використовується в поєднанні з цими програмами. У поєднанні з розширенням PostGIS (яке забезпечує сотні функцій для роботи з геоданими), Postgres також вражає, коли йдеться про роботу з просторовими та географічними даними.

PostgreSQL також користується попитом як рішення для веб-проектів: об'єктно-реляційна система працює з різними сучасними фреймворками, такими як Django, Node.js або Ruby on Rails, і підтримує класичні веб-мови, такі як PHP. Підтримка синхронної та асинхронної реплікації також полегшує розподіл збережених даних на декількох серверах для високої стійкості та мінімального часу доступу до критичних даних.

Переваги та недоліки PostgreSQL

Переваги:

- Відкритий код
- Дуже розширюваний
- Значною мірою відповідає стандарту SQL
- Можливість обробки складних типів даних (наприклад, географічних даних)
- Можливе створення власних функцій, тригерів, типів даних тощо
- Хороша підтримка мови (Python, Java, Perl, PHP, C, C++ тощо)
- Підтримує JSON
- Крос-платформна БД
- Гнучкий повнотекстовий пошук

Недоліки:

- За замовчуванням доступна не на всіх хостах
- Документація, що розширюється, доступна лише англійською мовою
- Порівняно низька швидкість читання

Перелік посилань:

1. <https://jelvix.com/blog/mysql-postgresql-sql-server>
2. <https://www.datacamp.com/community/blog/sql-differences>
3. <https://fulcrum.rocks/blog/why-use-postgresql-database>
4. <https://www.ionos.com/digitalguide/server/know-how/postgresql>

PRESERVATION AND PROCESSING OF STATISTICAL INFORMATION FOR ASSESSMENT OF INTERNATIONAL ACTIVITY LEVEL.

Today, international activities have a fairly large impact on the ranking and prestige of higher educational establishments, and that's why the issue of analyzing and forecasting the further development of factors that determine and influence the level of international activities of scientific and educational organizations is relevant [1].

The term "extrapolation" has many different interpretations. First, extrapolation is a method of scientific research, which consists of extending the conclusions obtained from observations of one part of the phenomenon to another part of it. Secondly, it is the definition of several ordered parameters of other values outside the specified range of values.

The method of extrapolation (pic.1) is one of the main methods of forecasting, which is based on taking into account the analysis of indicators that have taken place in past periods [2]. Extrapolation is one of the types of approximation, in which the estimated value of a variable is carried out not within the interval of its changes, as in interpolation, but outside it. Studies of the dynamics of socio-economic phenomena and the identification of their main parameters in the past provide a basis for predicting the future scope of the phenomenon [3]. When forecasting, it is assumed that the pattern of development, found within a process, is preserved outside this series in further development.

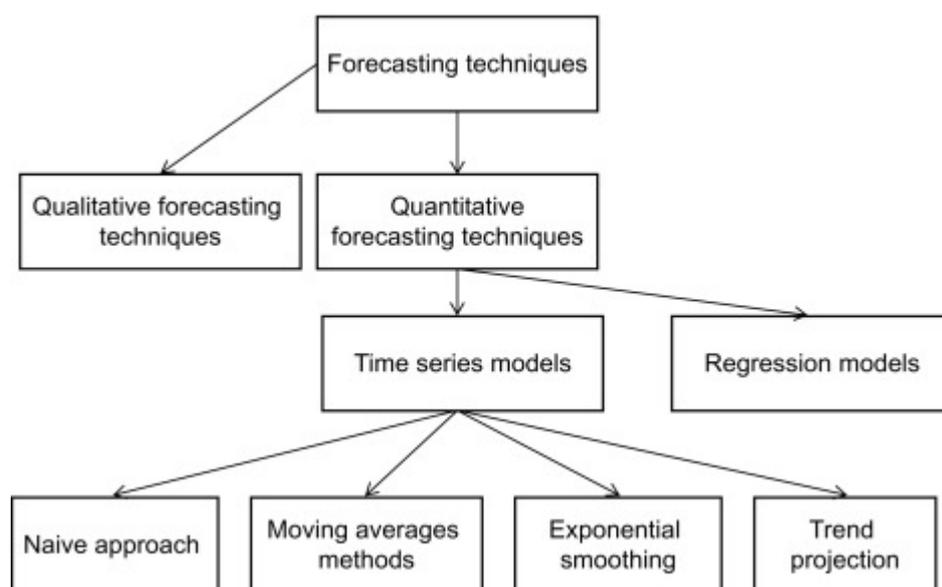


Рисунок 1 - Extrapolation methods

The use of extrapolation in forecasting is based on the following assumptions:

- the development of the studied phenomenon is generally described by a smooth curve;
- the general trend of development of the phenomenon in the past and present does not undergo serious changes in the future.

The shorter the extrapolation period (lookahead period), the more reliable and accurate the results are in the forecast. Because extrapolation is more prone to uncertainty, there is an increased risk of incorrect results.

To minimize this effect, the method of sequential extrapolation will be used. Basically,

each new element is adjusted based on previously obtained coefficients. The number of parameters is consequentially increased over a longer period of time.

This consistent increase in the number of parameters makes it possible to determine trends in the values of the coefficients of the functions used as extrapolation functions.

This is especially important in cases where the parameters analyzed, when considered over time, have both peak values and declines in values. In this case, as a rule, extrapolation functions of the third and higher orders are used. The use of the method of sequential extrapolation makes it possible to significantly improve the accuracy of forecasts based on mathematical methods of extrapolation, which is very important for the correct assessment of trends in the level of international activity for their objective assessment.

References:

1. Computational mathematics. Interpolation and approximation of tabular data: textbook / LV Krylyk, IV Bogach, MO Prokopova. - Vinnytsia: VNTU, 2013. - 111 p

2. Mazurenko VP Theory of Statistics: Textbook - K .: Publishing and Printing Center "Kyiv University", 2006. - 232 p.

3. Marmosa AT Workshop on Mathematical Statistics: Textbook. - K .: Кондор, 2009. - 264 c

PROCESSING OF PRIMARY INFORMATION TO ASSESS THE LEVEL OF INTERNATIONAL ACTIVITY USING OLAP TECHNOLOGIES

Today, the topical issue is that the international cooperation of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky" is a key factor in the university's entry into the world educational space, active innovation in the educational process, conducting relevant research, increasing student and teaching mobility. To raise the international level of NTUU "KPI. Igor Sikorsky" should analyze and evaluate the international activities of foreign universities. Therefore, in order to find out what the university is dominated by others, in a particular category, you need a mechanism that can compare the keywords or symbols of the scientific activities of the organization or institution and their departments and analyze the data.

The existence of the data itself in an unordered form without the necessary processing and sufficiently clear to most visualization does not allow their use for management decisions. The data must not only be presented to the end user, it must be possible to perform their aggregation for further analysis. To a large extent, the above requirements are met by OLAP technology (On-Line Analytical Processing) [1], which allows you to easily formalize the process of extracting the necessary data.

The use of OLAP as a technology for integrated multidimensional data analysis allows to reduce the query time to the database (0.1% of similar queries to relational databases), which is a significant and decisive advantage for large amounts of data.

It should be noted that OLAP functionality can be implemented in various ways, from the simplest means of data analysis in office applications and ending with distributed analytical systems based on server products installed in data centers (data centers). The main tasks of the data center can include effective consolidated storage and processing of data, providing services to users and supporting the operation of corporate software.

The main component of the analysis using OLAP technology is a multidimensional OLAP cube, which is a display of primary data grouped by certain characteristics, which describe the time and space distributed parameters of the object under analysis (Fig. 1).

When analyzing the distributed parameters of innovation in the learning process or student and teacher mobility, along with the input data and their total estimates in the cells of the OLAP cube, contains the results of other aggregate operations resulting from the use of SQL functions such as MIN, MAX, AVG, COUNT, and in some cases others (variance, standard deviation, etc.).

The concept of OLAP is based on the principle of multidimensional data representation, which is a set of perspective, consisting of several independent dimensions, along which certain data sets can be analyzed. Each dimension includes areas of data consolidation, consisting of a series of successive levels of generalization, where each higher level corresponds to a greater degree of aggregation of data on the corresponding dimension. Simultaneous analysis of several dimensions is defined as a multidimensional analysis [2].

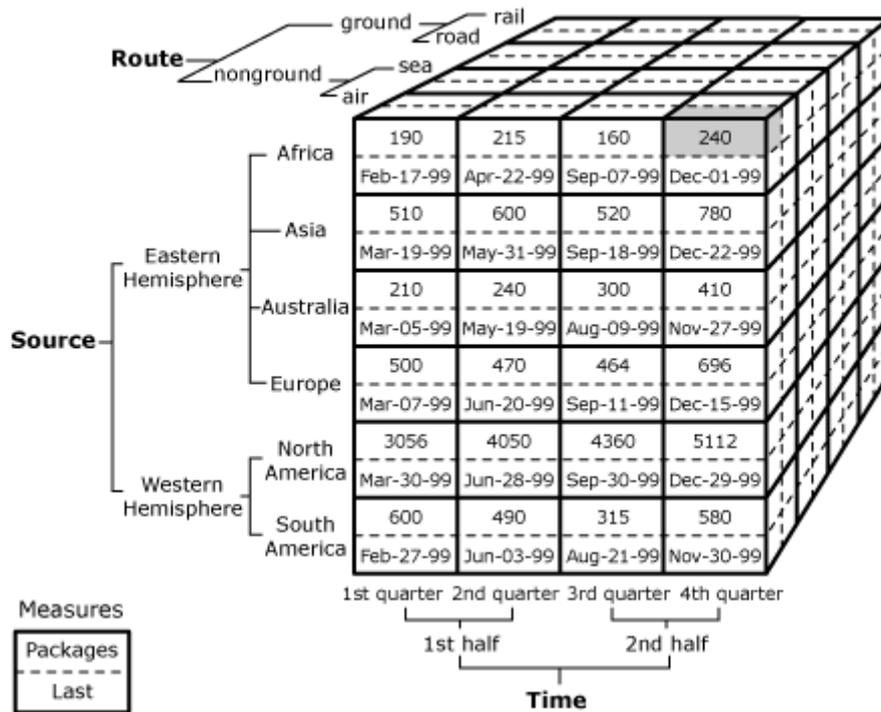


Figure 1 - An example of an OLAP cube.

Measurements, as values corresponding to the axes, can have different levels of detail. For example, we may be interested in the number of scientific works of teachers from the department. Changing this criterion alone can significantly slow down data processing. In addition, the addition of more specific criteria, such as the scientific work of a particular teacher, makes it much more difficult, and sometimes objectively existing limitations, make it impossible to use standard methods for working with relational databases. Whereas the methods of OLAP-technology provide the ability to quickly access data regardless of the criterion for their selection.

The use of OLAP-technology for processing primary information to assess the international level is not only appropriate and optimal, but also a convenient tool for scheduling and reporting. This approach in assessing the activities of NTUU "KPI" allows not only to assess the quality of departments or faculties, but also to predict their impact on the ranking of the entire university in international relations for future periods with a high degree of probability.

References:

1. Natalia Elmanova, Alexei Fedorov. Introduction to Microsoft OLAP technology. - Dialogue-MEPHI, 2002
2. Berger A. Microsoft SQL Server 2005 Analysis Services. OLAP and multidimensional data analysis. - BHV-Petersburg, 2007.

References:

USE OF STATISTICAL METHODS FOR THE ANALYSIS OF INTERNATIONAL ACTIVITY

Today, the urgent question is that scientific works for government organizations should fully correspond to the type of activity of the scientific organization or educational institution and their departments. Therefore, in order to find out how similar the work is on the topic of research, you can select keywords from research papers, compare with keywords that correspond to the scientific direction of the scientific organization or institution and their departments and analyze the data.

Using correlation-regression analysis we can analyze a mathematical model in the form of regression equations expressing the dependence of resultant variable from one or more traits factors and assesses the degree of communication density [1].

Correlation-regression analysis for such problems consists of the following stages: preliminary (a priori) analysis, information collection and primary processing, model construction (regression equation), evaluation and analysis of the model [2].

Correct application of correlation methods to understanding the deep essence of the processes of interconnections. Correlations are not in every case, and the average of many cases. Correlation analysis will determine and evaluate the value of the statistical relationship between the two characteristics. It does not establish the causes of the dependence between the studied traits, but only reveals the presence of the dependence itself [1].

Regression analysis is to determine the analytical expression of a correlation relationship - a description of the type and parameters of the communication functions [2].

Important conditions for the correct practical application of correlation-regression analysis are:

- homogeneity and normal nature of the distribution of units to be studied by correlation-regression analysis;
- sufficient number of observations;
- independence from each other of the factors that are selected for the study [3].

Having determined the parameters of the regression equation, their significance should be assessed, as they play an important role in forecasting indicators. The significance of the regression coefficient can be estimated using Student's t-test [2]. It is one of the oldest and most widely used methods of statistics. This criterion is used both in cases of comparison of independent samples, and in comparison of connected sets [4].

It is also necessary to assess the adequacy of the regression model, ie the ability to reliably predict the average values of the performance trait for these values of the factor trait. Fisher's F test and the hypothesis test method are used to assess reliability. Comparison of two or more sample variances is one of the most important tasks of statistical processing of observations [5].

To quantify the strength of communication, statistics uses coefficients with the following common properties: in the absence of any relationship, the value of the coefficient approaches zero; in the case of a functional connection - up to one; in the presence of a correlation, the coefficient is expressed as a fraction, which in absolute value, the larger, the closer connection [2].

The use of such assessments to analyze the parameters of scientific activity of state scientific organizations, educational institutions and their departments, makes it possible to more objectively assess the value of the parameters of such activities to further stimulate this activity at a certain level.

References:

1. Економічна енциклопедія: У трьох томах. Т. 2. / Редкол.: ...С. В. Мочерний (відп. ред.) та ін. – К.: Видавничий центр “Академія”, 2000. – 864 с.
2. Т. В. Рябушкин. Общая теория статистики / Т. В. Рябушкин, Н. И. Яковлева, М. Р. Ефимова, И. М. Ипатова. – М.: Финансы и статистика, 1981.
3. Справочник по прикладной статистике. В 2-х т., под ред. Э. Ллойда, У. Ледермана, Ю. Н. Тюрина – М.: Финансы и статистика, 1989, 1990.
4. Ромакін В. В. Комп'ютерний аналіз даних: Навч. посібник з дисципліни “Інформатика” / В.В. Ромакін; Миколаїв, держ. гуманіт. ун-технологі ім. П. Могили. – Миколаїв : МДГУ ім. П. Могили, 2006.- 6.2.1. Застосування критерію Стьюдента для порівняння середніх.
5. Ахметжанова, Г.В. Применение методов математической статистики в психолого-педагогических исследованиях : электронное учебное пособие / Г.В. Ахметжанова, И.В. Антонова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2016.

СЕКЦІЯ № 11

**Сучасні проблеми
сталого розвитку
енергетики**

ДИНАМІКА ТАРИФІВ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ НОСІЇ ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР ВПЛИВУ НА ЕКОНОМІЧНУ ОЦІНКУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

Актуальність. З розвитком енергетики та зі зростанням цін на енергоносії все частіше постає питання економного та розумного енергоспоживання. Основним фактором, що змушує людей скоротити викиди шкідливих речовин у атмосферу шляхом забезпечення ефективного використання енергії, залишаються гроші. Якщо мешканці існуючих житлових будівель (ОСББ) прагнуть скоротити плату за комунальні послуги шляхом модернізації існуючої оболонки будівлі та/або інженерних систем, то власники нових будівель зацікавлені у детальному прорахунку економічного ефекту від впровадження енергоефективних заходів та проектування розумних систем ще на етапі створення проекту. Розрахунок загальної економії від заміни або встановлення обладнання залежить від багатьох факторів [1], в тому числі і від вартості одиниці енергії.

Мета дослідження. Продемонструвати залежність показника економії при впровадженні заходу, що дозволить знизити енергоспоживання, від динаміки зростання тарифів на енергоносії.

Методи дослідження. До основних загальнонаукових методів дослідження, які використані, відносяться: емпіричний та теоретичний методи; метод порівняння, узагальнення, математичний.

Теоретико - інформаційну основу становлять Постанови Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, міжнародні стандарти у сфері енергоефективності.

Результати дослідження. Робота енергетичного аудитора над об'єктом – це, в першу чергу, комплексне обстеження технічного стану огорожувальних конструкцій (зовнішньої оболонки) та інженерних систем. Результатом такої роботи є підготовка звіту щодо існуючої ситуації, пропозиції щодо впровадження заходів енергозбереження та енергоефективності й фінальна вартість такого заходу з виведеним терміном окупності.

Термін окупності, як складова економічного розрахунку, дозволяє оцінити період повернення вкладених у проект коштів інвестору [2], визначаючи таким чином пріоритетність впровадження заходу. Зазвичай, розрахунок простого чи дисконтованого терміну окупності є результатом лише одноразового вкладення коштів та недовготривалого надходження коштів інвестору від реалізації проекту. Мова йде про уникнення важливого показника – життєвого циклу проекту та/або системи. Тобто, згідно [1], при розгляді існуючої чи нової будівлі, оцінюється кількість замін систем (в залежності від їх паспортного «терміну життя») при життєвому циклі будівлі (в середньому, 50 років [3]). Для інвесторів такий показник дає повне розуміння кількості етапів вкладення коштів, кількості років їх повернення та дозволяє оцінити економічні фактори впливу на рух коштів протягом довготривалого терміну. Такий розрахунок є новим для України та спільним для Європейських країн й дає можливість проводити реальні порівняння енергетичних та економічних даних, в тому числі, враховуючи величину змін тарифів протягом років.

Структура нарахування тарифів протягом останніх двох років дуже змінилась насамперед через відхід від монополізованих постачальників енергоносіїв. Тобто, з 2019 року [4] споживач може самостійно вирішувати питання щодо зміни постачальника електроенергії шляхом моніторингу учасників ринку енергії. Для оцінки впливу змін на ринках на загальний показник економічного ефекту впровадження заходів, розглянемо дані [5], [6], [7] та зведемо їх у таблицю 1 та 2.

Таблиця 1 - Динаміка тарифів на теплову енергію (дані КП «Київтеплоенерго»)

Рік	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Тариф з ПДВ, євро/Гкал	19,93	42,97	42,0	41,09	50,17	49,00

* *Перерахунок у євро виконано згідно курсу Нацбанку України*

Таблиця 2 - Динаміка тарифів на електроенергію (дані НКРЕКП)

Рік	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Тариф з ПДВ, євроцент/кВт·год	1,11	1,55	2,67	2,73	2,73	2,73

* *Перерахунок у євроцент виконано згідно курсу Нацбанку України*

При стандартному розрахунку терміну окупності (без оцінки за міжнародним стандартом), то уже на рівні визначення простого терміну окупності можемо робити висновок про пряму залежність показника від відсотку зміни тарифу. Якщо ж розглядати повний життєвий цикл проекту, дані щодо економії при скороченні енерговитрат на пряму залежатимуть від екстраполяційного прогностичного розрахунку тарифів до закінчення розрахункового (проектного) терміну життя будівлі.

Таким чином, економічна ефективність впровадження проектів енергозбереження згідно з [1] виведе розрахунок на новий, більш розгорнутий та видимий результат.

Висновок

Прийняття рішення стосовно використання на законодавчому рівні [1] дає змогу оцінити результат впровадження енергоефективних проектів для існуючих та нових будівель у порівнянні з розвинутими європейськими країнами. Зведення економічних показників до однієї валюти дозволяє порівняти готовність країни до реалізації масштабних проектів ще на рівні тарифоутворення. Важливим моментом для прийняття рішення є врахування потоку коштів протягом певного розрахункового періоду. Дана робота аналізує можливість отримання економічного ефекту у довгостроковому періоді та з урахуванням впливу динаміки тарифів на енергоносії в Україні.

Перелік посилань:

1. ДСТУ Б EN 15459:2014 Енергетична ефективність будівель. Процедура економічної оцінки енергетичних систем будівлі.
2. Визначення терміну окупності інвестицій [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://studfile.net/preview/7217409/page:55/>.
3. Лесков Б. Сколько живет дом [Електронний ресурс] / Борис Лесков. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://vsenovostroyki.ru/expert/13591/>.
4. Про затвердження Правил роздрібного ринку електричної енергії: постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг від 14 березня 2018 р. № 312//Відомості Верховної Ради України.
5. Тарифы на централизованное отопление в Киеве, [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://index.minfin.com.ua/tariff/kyev/warm/>.
6. Ціни та тарифи на електроенергію для побутових споживачів (населення) в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: www.nerc.gov.ua.
7. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. // Мінрегіонбуд України. – 2013.

ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНІ ФІНАНСИ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН

У сучасних умовах суспільного життя застарілі фінансові моделі з їх рівнем бюрократії, неоптимізованості процесів та надлишком фізичної взаємодії, потреба в мінімізації якої стала ще більш актуальною за час глобальної пандемії, потребують змін. З розвитком і популяризацією технології блокчейн та криптовалютного світу з'явилося поняття децентралізованих фінансів (DeFi - decentralized financial [1]). Вони представляють собою сервіси та додатки, системи смарт-контрактів на блокчейні, головне покликання яких стати альтернативною існуючій банківській системі і замінити традиційні процеси протоколами із відкритим кодом, тобто таким, переглянути та перевірити який може будь-яка людина [2].

Метою даної публікації є розкриття основних характеристик технології децентралізованих фінансів, оцінка можливості вирішення проблем, які існують в традиційному варіанті фінансової сфери за допомогою інтеграції запропонованих інноваційних методів роботи.

Поява децентралізованих фінансових систем - це цілком логічний розвиток, еволюція їх сучасних моделей. На заваді більш широкому розповсюдженню та повноцінному переходу банківського сектора на нові технології є лише високий поріг входу, адже пересічний клієнт фізичних банків не знає про криптовалюти, блокчейн, децентралізацію, їх переваги та можливі недоліки. Однак розповсюдження технологій це лише питання часу, що підтверджується і статистичними даними, за якими на даний момент кількість коштів заблокованих на адресах смарт-контрактів в сфері децентралізованих фінансів досягає 42 мільярдів доларів, а відомий американський журнал Forbes назвав технологію “новою динамікою, що оживила фінансовий світ”.

Для більш точного розуміння відповідності проблемі та актуальності технології варто розглянути конкретні приклади та детально розібрати процес роботи та відмінність від сучасного фізичного варіанту. Найвідомішим та найбільшим, що підтверджується капіталізацією в 7 мільярдів доларів, є MakerDAO - протокол децентралізованого кредитування [3]. Платформа виступає своєрідним банком, однак взяти кредит у цього банку може абсолютно будь-який користувач. Позикові кошти часто використовуються клієнтами DeFi-сервісу для заповнення дефіциту ліквідності, в якості альтернативи дорогим грошам банків. На відміну від альтернативи у вигляді банківської системи, користувачу не потрібно бути фізично присутнім при отриманні кредиту, підписувати чи збирати документи, спілкуватись із посередником (в даному випадку персоналом банку), достатньо мати кошти для відкриття заставної боргової позиції. При цьому весь контроль за своєчасним погашенням боргу та виплатою процентної ставки виконується автоматично, згідно умов смарт-контракту. Відповідно, швидкість отримання кредитних коштів чи погашення боргу лімітується лише часом затвердження транзакції, який в конкретному проекті складає в середньому 6 хвилин (швидкість транзакції в мережі блокчейн Ethereum, на основі якої і працює MakerDAO). Наряду з кредитними сервісами децентралізовані фінанси також представлені депозитними сервісами, які дозволяють вкладати кошти під 6% річних (InstaDapp, BlockFi, Compound), платформи для токенизації акцій підприємств (Polymath, Harbour), а також проекти, мета яких створити зручний та надійний варіант обміну крипто активів (Uniswap, Bancor). Всі вище перераховані проекти мають спільні риси - вони контролюються смарт-контрактами, кошти переводяться транзакціями в мережі блокчейн безпосередньо між сторонами учасниками, доступ до сервісу має будь-який користувач.

Вказані вище факти описують основні приклади використання децентралізованих фінансів, які поодиночі не можуть представляти альтернативу процесам в існуючій фінансовій та банківській сферах, але їх поєднання, еко-система таких проектів цілком може. Цілком логічно, що наступним кроком буде визнання та підтримка технології банками, початок інтеграції децентралізованих фінансів в сучасні системи. Це стане першою сходинкою до революції в фінансовій сфері життя людей, її спрощення, пришвидшення та збільшення загальної доступності.

Перелік посилань:

1. Defi Pulse. [Електронний ресурс]. — 2021. — Режим доступу: <https://defipulse.com>
2. How is DeFi is affected the global economy [Електронний ресурс]. — 2021. — Режим доступу: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2021/02/17/how-defi-is-affecting-the-global-economy/?sh=30ac13356410> .
3. Стоимость заблокированных средств в MakerDAO [Електронний ресурс]. — 2021. — Режим доступу: <https://forklog.com/stoimost-zablokirovannyh-v-makerdao-sredstv-prevysila-3-mlrd/> .

магістрант 5 курсу, гр. ТМ-01мп Хоменко О.М.
магістрант 5 курсу, гр. ТМ-01мп Зінченко О.В.
проф., д.т.н. Федорова Н.В.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ВЕЛИКИХ МАСИВІВ ДАНИХ В ERP СИСТЕМІ

Вступ. Кожна компанія використовує або потребує систему, яка здатна точно і швидко приймати рішення. Основна властивість цих систем - обробка великих обсягів інформації. Система управління ресурсами ERP (Enterprise Resource Planning) допомагає компаніям керувати своїми повсякденними операціями за допомогою спеціалізованих платформ, які збирають інформацію з декількох процесів і дозволяють отримувати висновки у реальному часі для кращого прийняття рішень.

Великі об'єми даних - Big Data здійснюють вплив на всіх нас, в явному чи неявному вигляді. Системи ERP дозволяє розв'язувати задачі з обробки великих об'ємів даних, а саме: 1. Управління структурованими та неструктурованими даними. 2. Знання вподобань клієнтів. 3. Можливість обробляти перевищений обсяг даних. 4. Отримання розуміння бізнес-процесів.

Обробка та аналіз даних, що збираються системами ERP, є непростим завданням, але бізнес отримує переваги від поєднання Big Data та ERP: - прогнозування продаж; - планування та управління проектами; - покращення управління поставками [1].

Сучасні ERP-системи [2] безперешкодно з'єднують усі бізнес-додатки в єдину платформу, покращуючи обмін даними, контроль та прийняття рішень. Однак бізнес-процеси ERP залишаються незмінними порівняно з тим, як вони розроблялися багато років тому. Інтернет речей IoT (Internet of Things) стає все більш популярним у всьому світі. Інтеграція ERP-IoT забезпечує компанії інструментом для оптимізації операцій, поліпшення обслуговування клієнтів та створення нових можливостей для бізнесу. Пристрої IoT отримують дані з усіх підключених пристроїв та подають їх у внутрішні ERP-системи. Таким чином, компанії можуть безперешкодно підключати свої внутрішні бізнес-програми та процеси до зовнішніх даних. Пристрої IoT здатні збирати дані в режимі реального часу, що дозволяє компаніям отримати реальне розуміння своїх процесів ERP, що є *актуальним* в сучасному веденні бізнесу.

Постановка завдання. Ідея IoT полягає в автоматизації процесів повсякденного життя та забезпечення простоти, комфорту та ефективності.

Процес складається з чотирьох етапів: - велика кількість неструктурованих даних генерується пристроями IoT, які збираються в системі великих даних. Факторами, які в основному залежать, є швидкість, різноманітність та обсяг; - у системі великих даних, яка в основному є спільною розподіленою базою даних, величезна кількість даних зберігається у файлах великих даних; - аналіз збережених великих даних IoT за допомогою аналітичних інструментів, таких як Hadoop MapReduce або Spark; - створення звітів щодо проаналізованих даних [3].

IoT разом з технологіями Big Data і Machine Learning (ML) може застосовуватися при вирішенні більш простих завдань побутового плану. Наприклад, «розумний дім» в межах одного будинку. При цьому основна цінність від впровадження IoT - це досягнення максимальної результативності та економічності (енергоефективності) виробництва за рахунок оптимізації його вартості за допомогою інформаційних технологій. Таким чином, IoT - це скоординована система ІТ-інструментів для автоматичного збору та передачі великих обсягів даних з технологічного обладнання на хмарний сервер з метою аналізу даних і формування рекомендацій, в тому числі, за допомогою методів ML [4].

Для отримання статистичних даних, їх потрібно обробити та інтерпретувати.

Отримані дані рідко є структурованими. Це майже завжди вимагає очищення та структурування вхідного датасету, щоб зробити його придатним для використання. Обробка даних забезпечує узгодженість, коректність та корисність наших даних, усуваються загальні проблеми з даними (відсутні помилки).

Побудова моделі. Це процес пошуку закономірностей, аномалій та кореляцій у даних для вирішення проблем за допомогою аналізу даних. Популярні **методи** для вирішення таких задач є: - класифікація (за своїми характеристиками об'єкти даних можна розділити на різні частини та типи); - регресія (може визначити причинно-наслідковий зв'язок між залежними змінними та незалежними змінними); - кластеризація (метод класифікації, який поділяє дані на кластери відповідно до їхніх властивостей. Елементи в кожному кластері мають однакові характеристики, наскільки це можливо, а характеристики різних кластерів відрізняються якомога більше); - статистичний опис (обчислення середніх показників та показників дисперсії, а також графіки моделей розподілу даних, ефективність тощо) [4]. Врешті-решт результати оцінюються та порівнюються з бізнес-цілями. Можна комбінувати методи, досліджуючи їх роботу на різних датасетах.

Візуалізація результатів. Використовуючи візуалізацію даних, ми можемо контролювати та аналізувати цінність великих даних, прискорюючи процес аналізу, отримуючи результати, щоб приймати досконалі та швидкі рішення щодо вигідних бізнес-можливостей. Зазвичай це робиться у вигляді діаграм, графіків та таблиць (рис. 1).



Рисунок 1 - Приклад візуалізації у вигляді діаграми

Висновок. Для обробки великих масивів даних в ERP системі потрібно визначити структуру даних для кращого визначення ключових факторів, розробити алгоритм для аналізу великих об'ємів даних за прийнятний час і з допустимою точністю результату. Реалізацію візуалізації великих масивів даних в ERP системі та результатів можливо здійснити у зручному форматі з легким розгортанням інфраструктури для використання сервісу разом з іншими продуктами.

Перелік посилань:

[1] ERP System and Big Data: What Does the Future Holds? [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://medium.com/erp-geeks/erp-system-big-data-future-6fb4c0dcf859>

[2] Benefits of Integrating IoT With ERP Systems [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://ersolutionsoodles.medium.com/benefits-of-integrating-iot-with-erp-systems-77f43c7ff4fb>

[3] Is It Possible For IoT To Help The Big Data? [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://medium.datadriveninvestor.com/is-it-possible-for-iot-to-help-the-big-data-467ec4b6ffb0>

[4] Applications of Data Science in ERP [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://medium.com/swlh/applications-of-data-science-in-erp-5e98347d4d07>

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В ЗАДАЧАХ ОЦІНКИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ

Перевагами методів нечіткої логіки є введення так званих нечітких чисел як нечітких підмножин спеціалізованого виду, які можна використовувати для оцінки сталого розвитку виробничих систем. За допомогою їх з'явилася можливість прогнозувати майбутні значення параметрів, які можуть змінюватися в заданому діапазоні.

В результаті використання теорії нечітких множин, зокрема алгоритму нечіткого висновку, особи прийняття рішень можуть отримати швидко відповідь під час оцінювання ефективності виробничих процесів, коли відсутня проста математична модель, що дозволяє зекономити час і гроші.

Теорія нечітких множин включає в себе таку термінологію [1]:

- "Нечітка множина на універсальній множині", або сукупність пар міри належності елемента нечіткій множині і універсальної множини.

- "Міра належності", або число в діапазоні $[0, 1]$. Вона залежить від значення, чим воно вище, тим більше елемент універсальної множини відповідає нечіткій множині. Наприклад, коли міра дорівнює 1, тоді є 100% впевненість у правильності твердження і навпаки коли значення рівне 0, судження хибне.

- "Лінгвістична змінна", або змінна, значенням якої є слова та словосполучення.

- "Терм", або елемент терм-множини. Наприклад, якщо збір врожаю може бути високим і низьким, "збір врожаю" — лінгвістична змінна, лінгвістичні оцінки "високий", "середній", "низький" — терми, що складають терм-множину. Терми задаються за допомогою функції належності.

- "Функція належності"(ФН), або функція, що дає можливість для будь-якого елемента універсальної множини знайти його міру належності нечіткій множині.

Для формування логічного висновку (або фаззі-алгоритму) можна виділити такі етапи:

- "Фаззифікація", або введення невизначеності, основна ідея полягає в тому, що для вхідних і вихідних змінних формується ФН згідно лінгвістичної змінної в базі знань.

- "Логічний висновок", або формування міри істинності висновку для будь-якого правила бази знань з урахуванням міри істинності передумов. В результаті створення логічного висновку формуються нечіткі терми вихідних змінних.

- "Композиція", або етап, коли об'єднуються всі нечіткі терми вихідних змінних. Результат можна відобразити графічно у вигляді криволінійної фігури і отримати акумульовану функцію належності (ФН) кожної із вихідних змінних.

- "Дефаззифікація", або перетворення набору нечітких висновків у чітке число. Простіше за все виконати цю операцію можна за допомогою вибору чіткого числа, яке відповідає максимуму ФН.

Форми ФН важливі для конкретної проблеми, оскільки вони впливають на систему нечіткого висновку. Вони можуть мати різну форму, таку як трикутна, трапецієподібна, Гаусова тощо. Єдина умова, яку повинна справді виконувати ФН, — це те, що вона повинна коливатися від 0 до 1.

ФН можуть бути будь-якої форми, якщо вони відображають дані з бажаним ступенем належності. Що стосується вибору функції належності, це вирішувати нам. Тут нечітка система пропонує індивідуальні ступені свободи. Маючи досвід, ми дізнаємось, яка форма ФН підходить для розглянутої програми.

Оскільки існує безліч способів характеризувати нечіткість, існує безліч способів графічно зобразити ФН, що описують цю нечіткість. Вибір того, який із методів

використовувати, повністю залежить від розміру проблеми та типу проблеми. Замість вибору форми ФН, дуже важливим є також визначення інтервалу та кількості ФН. Наприклад, для моделювання системи регулювання врожаю за нечіткою логікою, дійсно важливо знати, скільки ФН потрібно (наприклад, низький, середній і високий), а також вибирати інтервали ФН. Ці два фактори також мають великий вплив на результат нечіткої логічної системи. Крім того, розгляд розподілу даних є гарною ідеєю.

Хоча метод проб і помилок часто використовується для форми ФН, оскільки не існує точного методу вибору ФН. Форма ФН залежить від того, як хтось вірить у дану лінгвістичну змінну. Це більше питання інтуїції, ніж критеріїв. Сама функція може бути довільною кривою, форму якої ми можемо визначити як функцію, яка підходить нам з точки зору простоти, зручності, швидкості та ефективності. Тому тип ФН не відіграє вирішальної ролі у формуванні ефективності моделі, однак кількість ФН має більший вплив, оскільки вона визначає обчислювальний час.

Отже, оптимальна модель може бути визначена шляхом варіювання кількості і типу ФН для досягнення найкращої продуктивності системи. Основною проблемою моделювання ситуації є розбиття на модель 0-1. Це можна зробити, використовуючи трикутник ФН. Однак, якщо ситуація складна і глибока, може знадобитися спеціальний тип ФН. Наприклад, якщо проблема, що розглядається, є проблемою удобрення ґрунту, тоді потрібна спеціальна ФН. Для того, щоб зробити найкращий вибір, потрібен великий "досвід" в даній галузі. Найкращим вибором буде суб'єктивний вибір дослідника з даної тематики. Таким чином, інтуїція високої точності, заснована на достатньому досвіді, дасть прийнятну відповідь.

Загалом, трикутна ФН є однією з найбільш розповсюджених ФН на практиці. Трикутні ФН формуються за допомогою прямих ліній. Ці прямолінійні ФН мають перевагу простоти. Гаусові ФН є популярними методами для визначення нечітких множин через їх плавність і стислість позначень. Перевага цих кривих полягає в тому, що вони плавні та ненульові в усіх точках.

Доцільно використовувати симетричну трикутну ФН з перекриттям 50%, а потім застосувати процедуру налаштування, під час якої можна змінити лівий та / або правий розкид та / або перекриття. Її слід продовжувати до отримання задовільних результатів. Цей підхід може бути використаний для інших форм, таких як трапеція, форма дзвоника тощо.

Трикутні форми представляють нечіткі числа, тоді як трапецієподібні форми представляють нечіткі інтервали. Це найпростіші форми. Інші різні форми можна отримати з перетворень трикутника, викликаних лінгвістичними змінними, істинно-функціональними змінними, композиціями, проєкціями та іншими операціями.

Насправді, вибір форми ФН є конкретною задачею. Ґрунтуючись на обширному огляді багатьох літератур, можна зробити висновок, що трикутна функція належності широко використовується через його простоту. Використовуючи різні ФН для певних задач, зазвичай виявляється, що Гаусові та трикутні ФН мають схожі показники та є кращими, ніж інші типи ФН. Опираючись на Чжао і Бозе, які порівняли реакцію системи з різними ФН, можна зробити висновок, що трикутна функція належності перевершує будь-яку іншу функцію належності [2].

Перелік посилань:

1. Караєва Н. В. Ризик-менеджмент сталого розвитку енергетики: інформаційна підтримка прийняття рішень : навчальний посібник / Н. В. Караєва, С. В. Войтко, Л. В. Сорокіна., 2013. – 307 с.
2. Zhao J, Bose BK. Evaluation of membership functions for fuzzy logic controlled induction motor drive. 28th Annual IEEE Conference of the Industrial Electronics Society 2002; Sevilla; Spain

МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ НИЗЬКОЧАСТОТНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА МАГНІТНИХ ПОЛІВ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ У ПРИМІЩЕННЯХ ТА НА ТЕРИТОРІЯХ

Постійне зростання споживання електронного обладнання висуває підвищені вимоги як до надійності функціонування, так і до електромагнітної безпеки в місцях з великою кількістю такого обладнання. Найбільш дієвим способом прогнозування електромагнітної обстановки, як в приміщенні так і на території поблизу енергетичного обладнання, є моделювання просторових розподілів електричних і магнітних полів.

Електромагнітні поля більшості сучасних джерел мають форми, притаманні магнітним та електричним диполям. Тому для отримання необхідних функцій їх поширення використовується відповідний математичний апарат. Ці розрахунки доцільно виконувати у Декартових координатах, що спрощує процес моделювання для отримання повної картини розподілу поля у потрібній площині.

Розглянемо електричний диполь з зарядом $\pm q$ та відстанню l , тобто з електричним дипольним моментом $P = q \cdot l$ (рис. 2.24).

Скалярний потенціал електричного поля у точці спостереження a має вигляд:

$$\varphi_a = \frac{q}{4\pi \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{q}{4\pi \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0} \cdot \frac{R_2 - R_1}{R_2 \cdot R_1}, \quad (1)$$

де ε – відносна електрична проникність середовища (для повітря $\varepsilon \approx 1$),
 ε_0 – діелектрична стала ($\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м).

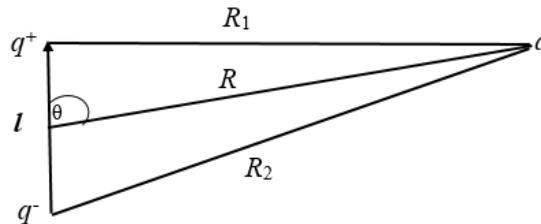


Рис. 1. Схема до розрахунку напруженості електричного поля електричного диполя

У реальних умовах $R \gg l$, тобто скалярний потенціал електричного поля дорівнює:

$$\varphi \approx \frac{P \cdot \cos \theta}{4\pi \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot R^2} \quad (2)$$

У полярних координатах напруженість електричного поля на площині дорівнює:

$$E_R = -\frac{\partial \varphi}{\partial R} = \frac{P \cdot \cos \theta}{2\pi \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot R^3}; \quad \text{радіальна складова,} \quad (3)$$

$$E_Q = -\frac{\partial \varphi}{R \cdot \partial \theta} = \frac{P \cdot \sin \theta}{4\pi \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot R^3}; \quad \text{кутова складова,} \quad (4)$$

$E_L = 0$; кутова складова для координати Z.

Тобто є можливість розглядати просторові зміни електричного поля у одній потрібній площині:

$$E = \sqrt{E_R^2 + E_\theta^2} = \frac{P}{4\pi \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot R^3} \cdot \sqrt{1 + 3 \cdot \cos^2 \theta} \quad (5)$$

Для моделювання просторових розподілів електромагнітних полів потужного електротехнічного обладнання (електропривод, турбогенератори, індукційні металургійні печі) доцільно використовувати рівняння Гауса для скалярного магнітного потенціалу у сферичній системі координат $U(r, \theta, \varphi)$, що обумовлене необхідністю врахування просторових сферичних гармонік, які мають різні просторові залежності.

У загальному випадку напруженість магнітного поля окремого джерела визначаються як

$$\vec{H} = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=-n}^n a_{nm}^M \vec{H}_{nm} \quad (6)$$

$$\vec{H} = H_{rnm} \vec{e}_r + H_{\nu nm} \vec{e}_\nu + H_{\varphi nm} \vec{e}_\varphi \quad (7)$$

де у сферичних координатах

\vec{H}_{nm} – векторна сферична гармоніка напруженості магнітного поля окремого джерела;

$H_{rnm}, H_{\nu nm}, H_{\varphi nm}$ – проекції векторної сферичної гармоніки на осі системи координат;

$\vec{e}_r, \vec{e}_\nu, \vec{e}_\varphi$ – одиничні вектори сферичної системи координат;

a_{nm}^M – ваговий коефіцієнт векторної сферичної гармоніки.

Складові вектора \vec{H} джерела отримуються додаванням за усіма цілими n і m та є співвідношеннями для узагальненої математичної моделі магнітного поля:

$$H_r(r, \nu, \varphi) = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=-n}^n a_{nm}^M (n+1) r^{-n-2} P_n^m(\cos \nu) e^{im\varphi} \quad (8)$$

$$H_\nu(r, \nu, \varphi) = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=-n}^n -a_{nm}^M r^{-n-2} \frac{d}{d\nu} P_n^m(\cos \nu) e^{im\varphi} \quad (9)$$

$$H_\varphi(r, \nu, \varphi) = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=-n}^n a_{nm}^M r^{-n-2} i \frac{m}{\sin \nu} P_n^m(\cos \nu) e^{im\varphi} \quad (10)$$

Моделювання просторових розподілів електричних і магнітних полів здійснюється з урахуванням геометричних характеристик джерела поля (локалізоване або розосереджене), фізичної природи поля. При їх моделюванні враховуються залежності зміни напруженості поля. Магнітне поле промислової частоти можна вважати квазістаціонарним з прийнятною похибкою розрахунків, що дозволяє використовувати в розрахунках закон Біо-Савара. При моделюванні магнітного поля електричних машин доцільно використовувати сферичну систему координат, поверхня машини середнього радіуса є базовою сферою. При цьому враховуючи, що усе сучасне електротехнічне обладнання має магнітні поля наступних типів: дипольне, дипольно-квадрупольне та дипольно-октупольне, тому для мінімізації похибок моделювання є обов'язковим врахування сферичних гармонік магнітного поля [1].

Перелік посилань:

1. Здановський В. Г. Дослідження рівнів магнітних полів енергетичних об'єктів / В. Г. Здановський, В. А. Глива, Х. В. Паньків // Проблеми охорони праці в Україні. – 2013. – Вип. 25. – С. 22–29.

АНАЛІЗ ВЕБ-ПЛАТФОРМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

В умовах постійного розвитку людині необхідно вдосконалювати свої навички особливо для людей пов'язаними з ІТ. Важливо, щоб навчання було незалежним від часу та місця перебування людини особливо для людей, що працюють. В таких випадках стає актуальним онлайн-навчання. Також в умовах карантину онлайн-навчання набрало все більше обертів. Здійснимо перегляд найпопулярніших веб-платформ для ІТ-навчання.

Coursera - одна з найпопулярніших платформ для навчання [1]. Даний сайт надає можливість навчатися в таких галузях: інженерія, гуманітарні науки, медицина, біологія, суспільні науки, математика, бізнес та інші. Існує можливість безкоштовно навчатися у провідних науковців світу. Сертифікати, що видає по закінченню, можливо використовувати при прийомі на роботу або як кредити в університеті. Основним недоліком є низька можливість взаємодії студента з викладачем.

Pluralsight- це платформа для проходження курсів за технічними та творчими напрямкам [2]. Особливістю платформи є можливість проходження так званих шляхів. Вони поєднують у собі декілька курсів за пов'язаною тематикою. Також наявна система менторів, що дуже допомагає при навчанні. Але потрібно розуміти, що дана платформа працює лише на платній основі.

Udemy - це онлайн-платформа, де можна навчитися чому завгодно. Тут можливо навіть знайти курси для посадки рослин. Основним недоліком є те, що будь-який користувач може викласти свій курс через, це більшість відомих професорів обирають більше популярні платформи такі, як Coursera. Також дуже важко зрозуміти чи буде корисним курс на основі рейтингу чи відгуків так, як більшість викладачів для популяризації своїх курсів продають свої курси за зниженою ціною.

Codecademy – це інтерактивна платформа для вивчення мов програмування. Codecademy надає користувачу коротку навчальну інформацію та одразу ж надає практичне завдання у вигляді написання кода. Це дозволяє швидко поринути у світ програмування та навчитися базовим знанням. Але недоліком є недостатня кількість інформації та практики. Дана платформа є доброю основою для новачків, але потрібно також поєднувати з іншими ресурсами.

Виконавши аналіз веб-платформ для навчання можливо виявити такі необхідні риси:

1. зручний дизайн;
2. безкоштовний доступ;
3. можливість комунікації з автором;
4. наявність коментарів;
5. рейтинг курсів;
6. наявність «шляхів», що об'єднують певні курси за тематикою.

Перераховані властивості дозволять створити комфортну для студента платформу, яка буде задовольняти всі його заохочення для навчання. Наявність коментарів дасть можливість студентам допомагати один одному та ділитися своїми знаннями. А формування курсів у шляхи допоможе студенту обрати правильні курси для розвитку в певному напрямку.

Перелік посилань:

1. What is Coursera? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.businessinsider.com/what-is-coursera>.
2. What to Know About Pluralsight [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.usnews.com/education/learn-pluralsight-guide>.

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ ВИЯВЛЕННЯ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

Виявлення дорожньо-транспортних пригод (ДТП) є важливим питанням для збереження життя людей. На основі досліджень Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) [1] виявляється, що мільйони людей щороку стають жертвами ДТП, а приблизно 1.25 мільйонів з них гине. В Україні ця цифра сягає близько 1% від загальної кількості смертей [2] на рік. Але рівень смертності від ДТП можна зменшити на 6%, якщо мінімізувати час між подією, коли сталася аварія, і коли були відправленні перші особи від служб екстреного реагування на місце події [3].

Системи автоматичного виявлення та сповіщення про аварії були створені автомобільними компаніями і ними комплектується частина сучасних автомобілів, але вони не є доступними для всіх транспортних засобів і мають високу вартість. Тому було б добре мати універсальне рішення, яке кожний водій та пасажир міг би собі дозволити.

Для вирішення даної проблеми можна за основу використати те, що має кожна сучасна людина при собі – смартфон. Ці пристрої в основному поширені на платформах iPhone та Android і мають вбудовані датчики, що забезпечують широкий спектр вхідних даних, після обробки яких і можна буде виявляти дорожньо-транспортні пригоди. Це все, а також низька вартість смартфонів у порівнянні з іншими системами аналізу дорожнього руху та прогнозування аварій робить їх привабливою альтернативою системам виявлення та повідомлення про дорожньо-транспортні пригоди [4]. Крім того, оскільки кожен смартфон пов'язаний зі своїм власником, автоматичні системи сповіщень, створені на основі смартфонів, можуть допомогти в ідентифікації потерпілих та визначенні того, які електронні медичні записи слід отримати до того, як вони прибудуть до лікарні.

Можливість виявлення дорожньо-транспортних пригод за допомогою смартфонів стала можливою лише нещодавно завдяки підвищенню обчислювальної потужності та датчиків, розміщених на них. Наприклад, вони мають систему GPS для визначення географічного положення телефону, акселерометр для вимірювання сили, прикладеної до телефону, мікрофон та 3-осьовий гіроскоп для виявлення орієнтації телефону. Більше того, смартфони тепер мають значні потужності для обробки даних з датчиків, і можуть підтримувати виконання в режимі реального часу алгоритмів фільтрації та аналізу даних.

Іншим ключовим атрибутом смартфона для сповіщення про аварії є те, що вони надають різноманітні мережеві інтерфейси для передачі інформації до центрів реагування на надзвичайні ситуації. Наприклад вони мають стільниковий інтерфейс для надсилання та отримання даних через мережі 3-5G. Також можуть використовувати Wi-Fi для надсилання даних до сусідньої точки бездротового доступу. Смартфони також мають бездротові інтерфейси Bluetooth, які можуть спілкуватися безпосередньо з бортовими комп'ютерами у багатьох сучасних автомобілях або фітнес-браслетами.

Програмне забезпечення для виявлення аварій на основі смартфонів мають як переваги, так і недоліки в порівнянні зі звичайними системами виявлення ДТП у транспортному засобі. Смартфони не залежать від транспортного засобу, досить поширені серед людей та забезпечують багаті дані для аналізу аварій, включаючи зображення та відео. Однак, побудувати систему виявлення ДТП на основі смартфона важко, оскільки вони можуть бути випущені з рук (і як наслідок утворити помилкові спрацьовування) і телефон не підключений безпосередньо до автомобіля. На відміну від цього, у автомобільних системах сповіщення про аварії, таких як Toyota's Safety Connect, BMW Assist, чи General Motors' OnStar, рідко коли виникають помилкові спрацьовування,

оскільки вони покладаються на акселерометри та датчики подушок безпеки, які безпосередньо виявляють пошкодження автомобіля.

Вирішальне значення при виявленні аварій, є забезпечення того, щоб неправдиві спрацьовування не повідомлялись екстреним службам. Потрібно щоб алгоритм виявлення дорожньо-транспортних пригод для смартфонів був якомога точнішим і не сповіщав про фантомні надзвичайні ситуації.

Але важко знайти баланс між помилковим виявленням аварії та повним звітуванням про всі дорожньо-транспортні пригоди, що трапляються. Автомобільні системи виявлення аварій, такі як OnStar, мають значну перевагу, оскільки вони інтегровані з автомобілем та його бортовими датчиками, які сповіщають систему про удар та розгортання подушок безпеки. Дані датчиків, отримані цими системами, безпосередньо корелюють із силами, які відчуває транспортний засіб.

На відміну від цього, системи виявлення аварій на базі смартфонів повинні опосередковано передбачати, коли сталася аварія, на основі вхідної інформації з датчиків у телефоні. Оскільки смартфони є мобільними об'єктами, вони можуть відчувати сили та звуки (що свідчить про дорожньо-транспортну пригоду), які походять з інших джерел, наприклад, коли користувач кидає слухавку. Алгоритми виявлення нещасних випадків повинен використовувати схеми фільтрації даних з датчиків, які є стійкими до шуму, але і забезпечувати достатньо високу точність, щоб не відфільтрувати дійсні аварії.

Система виявлення дорожньо-транспортних пригод на основі смартфона також повинна забезпечувати ситуаційну обізнаність для служб екстреного реагування щодо стану автомобіля та пасажирів. Наприклад надати дані де сталася аварія, за якої швидкості, за можливості дані з фітнес-браслету або смарт-годинників про пульс потерпілого та фотографії з місця пригоди (свідки події зможуть завантажити фотографії з місця аварії). Потім ці дані можуть бути використані першими реагуючими особами, щоб зрозуміти фізичний стан пасажирів та, можливо, передбачити, як довго вони можуть вижити без медичної допомоги. Наприклад, OnStar автоматично здійснює голосовий дзвінок з транспортного засобу до служби екстреної служби допомоги, щоб перші особи, що реагують, могли дізнатись про стан пасажирів транспортного засобу, надати вказівки та передбачити, чи слід відправляти швидку допомогу. Ці системи виявлення аварій можуть також визначати та повідомляти інформацію про розгортання подушок безпеки, яка вказує на серйозну аварію. Отже і програмне забезпечення для смартфона повинно реалізовувати основний функціонал який є у існуючих систем сповіщення про аварії.

Таким чином буде розроблений мобільний додаток з використанням алгоритму зі схемами фільтрації даних, який за допомогою вбудованих можливостей смартфона виявлятиме дорожньо-транспортні пригоди та негайно сповіщатиме центральний диспетчерський сервер після аварії, екстрені контакти, та забезпечуватиме ситуаційну обізнаність за допомогою фотографій, координат GPS, каналів зв'язку VOIP та запису даних про аварії.

Перелік посилань:

1. Save LIVES - A road safety technical package [Електронний ресурс] // World Health Organization. – 2017. – Режим доступу: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255199/9789241511704-eng.pdf>.

2. Смертність в Україні в 2020 році: офіційна статистика [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vyshneve-rada.gov.ua/component/content/article/39-nalogovay/6742--2020-.html>.

3. Enhanced Automatic Collision Notification System- Improved Rescue Care Due To Injury Prediction- First Field Experience / S. Rauscher, et. al. – 2009.

4 P. Mohan. Nericell: Rich monitoring of road and traffic conditions using mobile smartphones / P. Mohan, V.N. Padmanabhan, R. Ramjee. // The 6th ACM conference on Embedded network sensor systems. – 2008. – С. 323–336.

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ НОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ У КОНТЕКСТІ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ІНДИКАТОРІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

У вересні 2015 року у Нью-Йорку відбувся Саміт ООН зі сталого розвитку, у рамках якого були затверджені 17 цілей сталого розвитку (ЦСР) до 2030 року. Україна разом із іншими членами ООН стала частиною процесу забезпечення сталого розвитку, про що зазначено у національній доповіді “Цілі Сталого Розвитку: Україна” [1]. Реалізація ЦСР потребує належного інформаційно-технічного забезпечення [2], зокрема системи моніторингу індикаторів, для оцінювання рівня сталого розвитку на основі сучасних методів інтегрування.

Інтегральне оцінювання рівня сталого розвитку вимагає вирішення наступних проблем:

- визначення форми інтегрального індексу;
- нормування індикаторів та порогових значень;
- обґрунтування вагових коефіцієнтів [3].

Сталий розвиток країни, регіону або кожний індикатор окремо записуються у виді вектору, складові якого безрозмірні величини $\bar{z}_t = \{z_{1,t}, z_{2,t}, \dots, z_{n,t}\}$ (1), а вихідні індикатори можуть мати різні розмірності. Отже результатом є, отримана одним з методів нормування, безрозмірна величина.

Індикатори сталого розвитку поділяють на дві категорії:

- 1) S - стимулятори, ріст значень яких свідчить про збільшення рівня сталого розвитку;
- 2) D - дестимулятори, значення яких потрібно зменшувати для забезпечення реалізації цілей сталого розвитку.

Для того, щоб порівнювати рівень сталого розвитку у різні періоди необхідна певна скалярна функція $I_t = F(z_{1,t}, z_{2,t}, \dots, z_{n,t})$ (2), яку називають інтегральним показником рівня розвитку.

Оскільки індикатори мають різну розмірність, одним з найважливіших завдань інтегрального оцінювання рівня сталого розвитку стає обрання методу нормування індикаторів та порогових значень [3].

Одним з найпоширеніших методів нормування є метод нормування за еталонними значеннями, основним недоліком даного методу є низький динамічний діапазон:

$$S: z_i = \frac{x_i}{k_{\text{норм}}}, k_{\text{норм}} \geq x_{\text{max}}; D: z_i = \frac{k_{\text{норм}}}{x_i}, k_{\text{норм}} \leq x_{\text{min}} \quad (3)$$

Метод нормування за “розмахом варіації” також є досить популярним:

$$S: z_i = \frac{x_i - x_{\text{min}}}{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}}; D: z_i = \frac{x_{\text{max}} - x_i}{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}} \quad (4)$$

У деяких випадках застосовуються методи нормування, що базуються на порівняннях порогових значень із обраним вектором порогових значень. Дані методи є більш складними, а тому потребують більших ресурсних затрат на обчислення.

Одним з таких методів є наступний, основним недоліком якого є “придушення” нормованих індикаторів, через рівняння гіперболи:

$$S: y = \begin{cases} 2^{(1-\frac{x}{a})\ln 10/3}, & \text{якщо } \frac{x}{a} > 1 \\ 2^{-\frac{\log_{10} a/x}{3}}, & \text{якщо } \frac{x}{a} \leq 1 \end{cases}; D: y = \begin{cases} 2^{(1-\frac{x}{a})\ln 10/3}, & \text{якщо } \frac{x}{a} > 1 \\ 2^{-\frac{\log_{10} x/a}{3}}, & \text{якщо } \frac{x}{a} \geq 1 \end{cases}, \quad (5)$$

де x – реальне значення, а α – порогове значення індикатора.

Для нормування індикаторів сталого розвитку в Україні використовується комбінований метод нормування, що є похідним від методу за розмахом варіації, де $x_{min} = 0$. У даному методі нормування стимуляторів таке саме як у методі нормування за еталонними значеннями, а для дестимуляторів позбавлений недоліків перших двох методів:

$$S: z_i = \frac{x_i}{k_{норм}}, D: z_i = \frac{k_{норм} - x_i}{k_{норм}}, k_{норм} \geq x_{max} \quad (6)$$

Враховуючи, що описані методи нормування використовуються на практиці як в Україні так і в світі, важливо щоб аналітичний блок системи надавав можливість застосувати їх всі і дати можливість порівняти результати. Вищезазначені положення є методичною основою розробки системи моніторингу індикаторів сталого розвитку.

Перелік посилань:

1. Національна доповідь “Цілі Сталого Розвитку: Україна” – URL: https://menr.gov.ua/files/docs/Національна%20доповідь%20ЦСР%20України_липень%202017%20ukr.pdf. (дата звернення: 05.03.2021).
2. Караєва Н. В. Концепція розробки інформаційно-аналітичної системи моніторингу показників людського розвитку регіонів України [Online] / Н. В. Караєва, І. А. Варава // Проблеми системного підходу в економіці. №1(75) – 2020. – URL: http://psae-jrnl.nau.in.ua/journal/1_75_1_2020_ukr/1_75_1_2020.pdf (дата звернення: 05.03.2021).
3. Харазішвілі Ю.М. Системна безпека сталого розвитку: інструментарій оцінки, резерви та стратегічні сценарії реалізації: монографія. Київ, НАН України, Ін-т економіки пром-сті. 2019. 304 с.

FUZZY LOGIC METHODS FOR TERRITORY'S SUSTAINABLE DEVELOPMENT RISK ASSESSMENT

Fuzzy logic methods are especially useful in the case of absence of an accurate mathematical model of the system's functioning, which can include the risks system of sustainable development of the territory.

Mathematical theory of fuzzy sets and fuzzy logic are generalizations of classical set theory and classical formal logic.

This method involves creation of expert systems for pattern recognition. While making a responsible decision the expert usually operates not only with formal concepts, expressed by a number or numerical formula, but also with some logical conclusions that can be expressed as: "If there are certain conditions ..., then the situation can be assigned to the following class".

The main stages of forming logical conclusions (or fuzzy algorithm) are:

- "Fascification", or the introduction of vagueness. At this stage, the clear values of the input parameters are converted into fuzzy quantities, which are described in the way of linguistic variables in the knowledge base. Fascification process involves the preliminary collection of expert information and the use of procedures of its processing;

- "Logical conclusion and composition", or creating a rules database of fuzzy decisions. It is assumed to use fuzzy conditional (if - then) rules which are laid down in the rules base to convert fuzzy input data into necessary control effects that also have fuzzy character. To do this, we need to determine each rule's conclusion's the degree of truth from the database knowledge based on the degree of truth of their preconditions. Rules base of fuzzy inference systems is intended for the formal presentation of empirical knowledge or expert knowledge about sustainable development risks;

- "Defascification", or clarification. At this stage, a set of fuzzy conclusions turns into a clear number.

To process this kind of expressions a special system, which is based on the methods of the fuzzy sets theory and fuzzy expressions, is developed. This is achieved by introducing a membership function (MF) of fuzzy parameters, which takes values from 0 to 1. Its approximation to 1 means more confidence in expressions and more significant level of its implementation. It is appropriate to use exponential functions, as follows:

$$f(x) = \exp[b(x-c)^2],$$

where b and c - parameters of the function that determine its form.

The proposed mathematical description corresponds to the information nature and reflects its fuzziness. On the basis of experts' or expert groups' statements a database, that describes the situation classes, is formed for all territory's sustainable development risk. Thus, any current or predicted situation can be assigned to a particular class by comparing it with already known data, which was entered into the database. In general fuzzy set characteristic is

the MF. Fuzzy set \bar{A} is called the set of ordered pairs or corteges of form $\langle x; \mu_{\bar{A}}(x) \rangle$, where x - element of the universe X , $\mu_{\bar{A}}(x): X \rightarrow [0, 1]$ - (MF) which assigns to each element $x \in X$ a real number in the interval $[0, 1]$, that characterizes the element x grade of membership to fuzzy set \bar{A} . The larger the MF value $\mu_{\bar{A}}(x)$, the more universal set element x corresponds to the fuzzy set \bar{A} properties [1, 2]. There are many types of curves to determine the MF. The most common MF is triangular, trapezoid and Gaussian function.

Generalized MF of the Gaussian's type is described by the formula:

$$\mu(x) = e^{-\frac{(x-c)^{2b}}{\sigma^2}},$$

and is determined by three parameters (a, σ, b) . The value $b=1$ corresponds to the standard Gaussian function. This function is preferable due to its three following properties: 1) its similarity to the accumulation; 2) limitation of values that are necessary to comply with the MF properties; 3) infinite definition domain, which greatly simplifies the algorithmic solutions while programming operations on fuzzy subsets.

It is assumed that such FS is quite accurately described by MF. The greater the alternative x grades of membership to FS, i.e. the higher the value, the higher the achievement's goal grade while choosing alternative as a solution. Fuzzy boundary conditions are also described by the fuzzy subsets. We will define now, what is meant by the solution of the problem of achieving the fuzzy goal. Solving this problem means achieving the goal and satisfying the limitations, moreover, within this setting-up we should talk not only about achieving the goals, but also about the grade of its achievement, taking into account the grade of the limitations accomplishment. The problem mentioned above can be solved by using the Bellman-Zadeh approach. The subject matter of this approach, represented in detail in the works [1] is as follows: let some alternative provides goals' achievement with a grade and satisfy the limitations with a grade. Thus, the fuzzy solution of the problem of achieving the fuzzy goal is called the intersection of the fuzzy sets of goals and limitations, i.e. MF for the solutions is:

$$\lambda_i = \max_k \left\{ \min_j \left\{ \sup_{x \in X_j} (\min\{\mu_j(x), \nu_{ijk}(x)\}) \right\} \right\}$$

where λ_i – the grade of the considered situation membership to class i ; X_j – range of parameter j ; $\mu_j(x)$ – MF of the considered situation evaluation by the parameter j ; $\nu_{ijk}(x)$ – MF of the k expression in the knowledge base by the parameter j to class i .

In other words, to determine the grade of the situation membership to any class, it is necessary:

- to determine minimum values of exact upper borders by sections of class expressions;
- to determine maximum grade of the situation membership by the sections of expressions of the class.

Logical operations AND and OR (intersection and combination of fuzzy subsets) are defined as follows:

$$\mu(x) = \min\{\nu(x), \lambda(x)\}, \tag{1}$$

$$\mu(x) = \max\{\nu(x), \lambda(x)\}. \tag{2}$$

Formula (1) describes the logical operation "AND", and formula (2) – "OR". During decision-making it is necessary to take into account the value of the situation membership grade in all classes, using the concepts of clear membership, membership to some extent and the ε -level membership. Based on the example of the triple class knowledge base, with situation

membership grades by the classes $\lambda_1 = 1$, $\lambda_2 = \beta$, $\lambda_3 = \varepsilon_3$, the following expressions can be formulated: the situation clearly belongs to class 1, but to some extent ($\varepsilon_2 < \beta < 1$) it belongs to class 2, the situation does not belong to class 3.

References:

1. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях. Вопросы анализа и процедуры принятия решений. Москва: Мир, 1976. 225 с.
2. Караева Н. В. Діагностика стану регіональних систем за рівнем сталого розвитку в умовах невизначеності / Н. В. Караєва, Л. О. Левченко, А. С. Панасюк, Т. О. Дерипаско. *Управління розвитком складних систем*. 2013. Вип. 14. С.158-163.

RESEARCH OF FEATURES OF INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC FIELDS OF ULTRAHIGH AND HIGHER FREQUENCIES ON WORKERS

Discussions about the negative effects of electromagnetic fields on the human body have been going on for decades. The studies [1, 2] have shown that the cause of deterioration of human health in areas with high intensity of electromagnetic radiation is a steady change in the characteristics of the body's own energy fields (biofields). As a result, various human organs (however, like other living organisms) change their natural parameters of functioning, up to a change in molecular structure.

The main feature of the influence of electromagnetic fields of ultrahigh and higher frequencies on workers is that they are constantly in the wave zone of the field relative to its source, so when considering the location of the electromagnetic screen must take into account the patterns of electromagnetic waves - mainly their redistribution and diffraction on the edges of the screens of the final size. In addition, you need to get specific calculation data and the appropriate mathematical apparatus suitable for use in occupational practice.

Research and applied developments in the field of electromagnetic safety have proven that the most effective way to improve the electromagnetic environment is shielding. Modern shielding materials of various classes provide protection of workers in the production environment from the negative impact of electromagnetic fields and increase the standard level of electromagnetic compatibility of technical means. Unfortunately, in some cases, in the conditions of dense placement of devices, in an overloaded magnetic environment, unstable operation of sensitive electrical and electronic devices is observed.

It is necessary to consider boundary phenomena to determine the zones of guaranteed shielding coefficients. It is known that the geometric location of points is the same field parameters is a parabola. It is advisable to consider the power transmitted to such points from remote sources. This makes it possible to relate the power of the radiation source to the actual levels of exposure to workers. The convenience of this approach is explained by the fact that the power of RTO radiation with critical levels (for example, in civil aviation) is known. Schematically, the distribution of energy flux density near the screen is shown in Fig. 1.

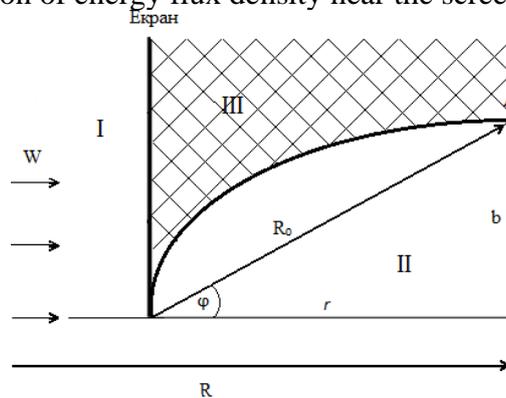


Figure 1 - Distribution of the electromagnetic field near the screen: W is the flux of electromagnetic radiation; And - free space; II - penumbra; III - zone of full shadow; A is the point for determining the energy flux density.

This parabola is described by the relation:

$$P_{\text{ф}} = \frac{\theta \lambda}{4(1 - \cos \varphi)}, \tag{1}$$

where P_{cp} is the average radiation power of the transmitter; λ - wave length of EMR; φ - the angle between the direction of radiation and the direction from the edge of the screen to the point of determination of the radiation level.

The value of θ is calculated from the ratio:

$$\theta = \frac{P_{cp}G}{32\pi^2 R^2 W}, \quad (2)$$

where R is the distance to the radiation source; G is the gain of the transmitter antenna (known from the technical documentation for the transmitter); W is the energy flux density at the points of the parabola.

Thus, Fig. 2. shows the equipotential surface near the geometric boundary of the shadow from the screen. Diffraction is most pronounced in the penumbra, especially near the axis of the parabola.

From the point of view of protection of workers, the greatest interest is a deviation of a wave b which is defined from a parity:

$$b = R_0 \sin \varphi, \quad (3)$$

the actual radiation level at point A will be equal to P_A .

The complete view of the ratio of the power of the radiant energy at any point on the screen can be calculated from the ratio:

$$P = \frac{P_{cp}G\lambda}{128\pi^2 R^2 W} * \frac{\sin \varphi}{1 - \cos \varphi}. \quad (4)$$

Thus, it is possible to determine not only the energy flux density at any point behind the screen, but also the actual absorbed power, which is regulated by the current international regulation on electromagnetic safety (SAR). Data on the modes of operation of switching sources can be obtained from the general national regulations on electromagnetic safety [3, 4].

In order to reduce the negative impact of such radiation (located on the roofs of buildings) on radar service personnel, it is necessary to use electromagnetic screens made of thin-sheet electrical steel, which are placed directly next to the antenna, without affecting the working petal of the pattern. The screen is directed in the direction of people's presence.

In many cases, personnel in the immediate vicinity of ultra-high and high frequency generators need protection. Thus, protective designs should have technological apertures.

References:

1. Tsvetkova E.A. and Goldade V.A., "Interaction of electromagnetic fields with the human biofield," Problems of Physics, Mathematics, and Technology. - 2012. - № 1 (10). - P. 51 - 58.
2. Yashin S.A. System of registration of own low-intensity electromagnetic fields on the human body / SA Yashin // Bulletin of new medical technologies. - 2013. - V. 20. - № 3. - 158 p.
3. State sanitary norms and rules of protection of the population from the effects of electromagnetic radiation: LTO 239-96.-K. : Ministry of Health of Ukraine, 1996. - 28 p. - (State sanitary norms of Ukraine).
4. State sanitary rules of planning and development of settlements. - Kyiv - 2002. State Enterprise "Ukrarchbudinform". - 59 p. Approved by the Order of the Ministry of Health of Ukraine of June 19, 1996. № 173.

МЕТОДИКА ОЦІНКИ СПАЛЕНИХ ПОЖЕЖАМИ ТЕРИТОРІЙ ЗА КОСМІЧНИМИ ЗНІМКАМИ

Пожежі є одними із найбільш небезпечних явищ, що загрожує екологічній безпеці планети. Пожежі, що повторюються неодноразово на певній території, в сучасному природокористуванні оцінюються як екзогенний локально-катастрофічний чинник, що призводить до трансформації природних екосистем. Щорічно результатом виникнення лісових пожеж є загибель сотні тисяч гектарів лісових насаджень, викид в атмосферу десятків тисяч тон продуктів згоряння. Використання космічних даних для моніторингу пожежного стану дозволяє швидко й економічно отримувати об'єктивну і незалежну інформацію, щоб оперативно приймати рішення для боротьби зі стихією. Отримана інформація про наслідки пожеж необхідна для вирішення широкого класу прикладних завдань лісового господарства, включаючи планування охорони і захисту лісів, лісокористування та лісовідновлення, актуалізацію даних про лісові ресурси [1, с. 28].

Для моніторингу лісних насаджених на даний час використовують наступні супутникові системи:

- Супутники Terra з встановленими спектр радіометрами MODIS;
- Супутники LANDSAT TM / ETM +;
- Супутники NOAA / AVHRR.

Кожну супутникову систему доцільно використовувати для різних цілей. NOAA і Terra має велике значення у виявленні осередків шкідливих організмів. LANDSAT в свою чергу найбільш успішно застосовується для виявлення і контролю лісних пожеж [2, с. 255-264].

Можливість використання супутникових даних для оцінки ступеня пошкодження лісів пожежами відзначалася багатьма дослідниками. Результати досліджень, зокрема, продемонстрували наявність кореляції між показниками ступеня пошкодження і значеннями коефіцієнта відображення в середньому інфрачервоному каналі [3, 4], нормалізованого різницевого вегетаційного індексу NDVI і ряду інших вегетаційних індексів [4], одержуваних на основі супутникових зображень. Була відзначена також доцільність комбінованого використання різночасових супутникових даних, отриманих до і після пожежі [1, 5].

Даний метод базується на порівнянні різних комбінацій спектральних каналів космічного знімку Landsat 8 для візуальної ідентифікації поширення гарей та визначенні нормалізованого індексу гарей (Normalized Burn Ratio - NBR) для визначення вигорілих територій.

Діапазони довжин хвиль, що називаються спектральними каналами, описані в таблиці 1.

Для виділення пожеж і відображення їх обрисів більш помітними, а також поліпшення проникності димки на знімках, використовується комбінація каналів 4, 5 і 6 (Табл. 1). Дана комбінація дозволяє отримати зображення, що є найбільший придатним для оцифрування гарей в умовах використання комбінацій каналів за замовчуванням.

Для кількісної оцінки вигорілих територій даний метод використовує Нормалізований індекс гарей (Normalized Burn Ratio - NBR). NBR – це математична формула, що порівнює ближній інфрачервоний і короткохвильовий інфрачервоний 2 канали (відповідно, канали 5 і 7) для визначення серйозності гарі.

$$NBR = (\text{Канал 5} - \text{Канал 7}) / (\text{Канал 5} + \text{Канал 7})$$

Таблиця 1 – Спектральні канали

Номер	Назва	Що краще показує канал
1	CoastalAerosol	Мілководдя, тонкі частинки пилу
2	Синій	Глибоководдя, атмосфера
3	Зелений	Рослинність
4	Червоний	Антропогенні об'єкти, ґрунту, рослинність
5	Ближній інфрачервоний	Берегові лінії, рослинність
6	Короткохвильовий інфрачервоний 1	Проникність хмарності, вологість ґрунтів і рослинності
7	Короткохвильовий інфрачервоний 2	Покращена проникність хмарності, вологість ґрунтів і рослинності
8	Панхроматичний	Чорно-білі знімки, чіткі деталі
9	Перисті хмари	Перисті хмари
10	Тепловий інфрачервоний 1	Термальне картографування, оціночна вологість ґрунтів
11	Тепловий інфрачервоний 2	Покращене термальне картографування, оціночна вологість ґрунтів

Даний метод дозволить отримати дані по територіям, що вигоріли між датами, коли були зроблені задані знімки, шляхом розрахування зміни індексу NBR на знімках до і після пожежі. Ця інформація дозволить побачити точну картину спалених територій, що дасть змогу максимально швидко та точно реагувати на ситуацію.

Перелік посилань:

1. Чандра А. М., Гош С. К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. М. : Техносфера, 2008. 312 с.
2. Крицук С. Г. Картирование бореальных лесов по спутниковым данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9, № 4. С. 255-264
3. Кашкин В. Б., Сухинин А. И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений : учеб. пособие. М. : Логос, 2001. 264 с.
4. Стругайло В. В. Обзор методов фильтрации и сегментации цифровых изображений [Электронный ресурс] // Наука и образование. 2012. № 5. URL: <http://technomag.edu.ru/doc/411847.html>.
5. Forest disturbances, forest recovery, and changes in forest types across the Carpathian ecoregion from 1985 to 2010 based on Landsat image composites / P. Griffiths [et al.] // Remote Sensing of Environment. 2014. Vol. 151. P. 72-88.

УДК 004.4

Студент 4 курсу, гр. ТМ-71 Сарафанніков О.В.
Доц., к.т.н. Гусева І.І.

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ РОЗПІЗНАВАННЯ ПОВЕДІНКИ ЗА КЕРМОМ

Автомобіль в наш час є невід'ємною частиною життя людини. Згідно статистики, кількість зареєстрованих автомобілів у світі вже більше мільярда (95% з них легкові). За прогнозами, до 2035 року загальна кількість автомобілів зросте до двох мільярдів. Кожною машиною керує людина, яка має свій характер та, відповідно, демонструє різну поведінку під час керування транспортним засобом. Дослідження показують, що саме поведінка за кермом є основною причиною виникнення понад 90% дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Моніторинг поведінки водія допоможе звернути увагу на стиль водіння та зменшити ризики потрапляння в ДТП у майбутньому.

Велика кількість автомобілів має засоби пасивного (ремені безпеки, подушки безпеки) та активного (система контролю швидкості) захисту [1]. Системи пасивного захисту спрацьовують після настання ДТП, тоді як системи активного захисту спрямовані на запобігання аварії та діють впродовж руху автомобіля.

Згідно статистики, у світі станом на 2018 рік 59% людей (близько 4,3 млрд) користуються смартфонами [2]. Тому є можливість збирати дані під час поїздки та обробляти їх за допомогою мобільного застосунку, тим самим усувати ризики та підвищувати безпеку дорожнього руху. Додаток даватиме змогу визначати факт ненормального водіння та ідентифікувати його тип. На рисунку 1 зображені типи ненормального водіння [3].

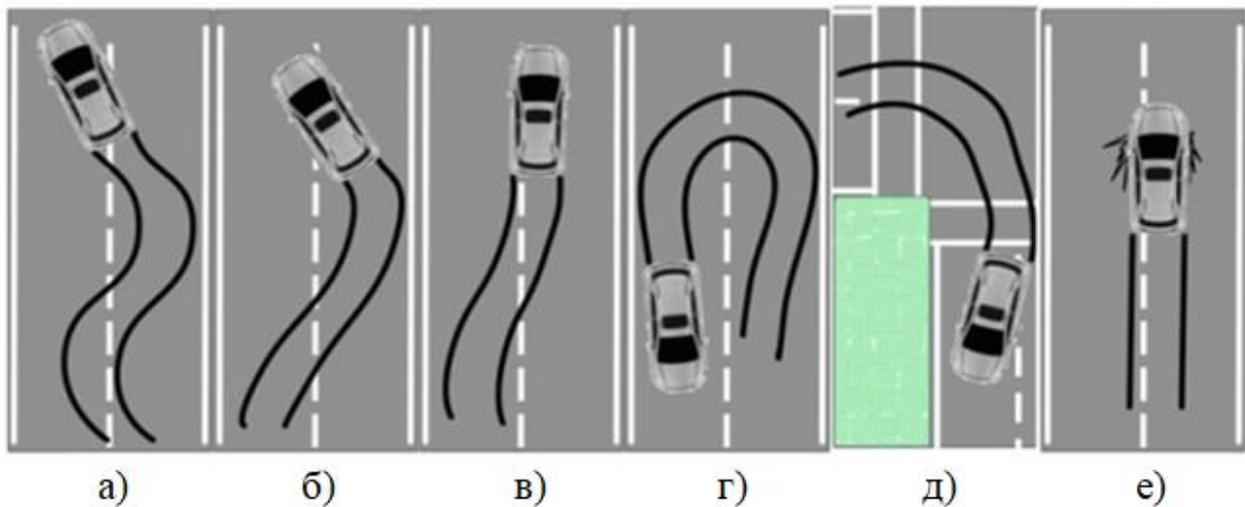


Рисунок 1 - Типи ненормальної поведінки водія: а) петляння, б) відхилення від курсу, в) ковзання, г) швидкий розворот, д) поворот з великим радіусом, е) раптове гальмування

Дані для аналізу отримуються з датчиків телефону, насамперед від акселерометра та гіроскопа. Акселерометр вимірює прискорення смартфона від трьох осей, які ортогональні одна одній. Так само гіроскоп вимірює кутову швидкість обертання осей телефону [3]. Для коректного збору даних потрібно, щоб осі смартфона збігалися з осями автомобіля (рисунок 2).

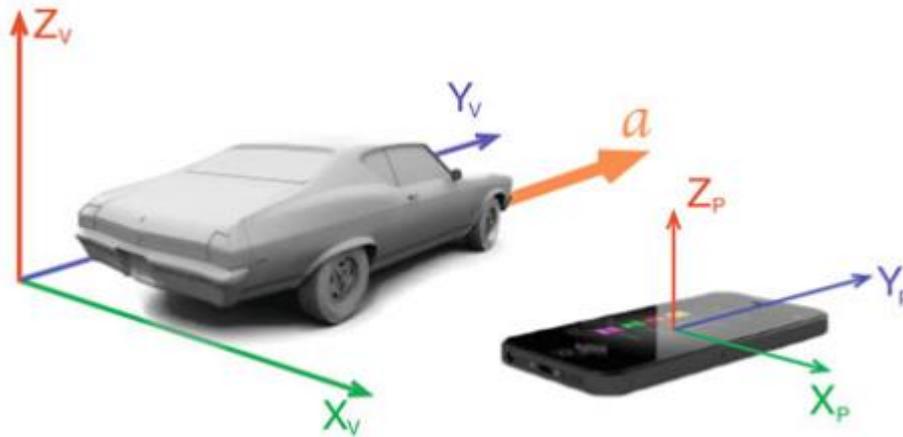


Рисунок 2 - Системи координат телефона та автомобіля

Для виявлення та розпізнавання ненормального водіння буде використовуватись алгоритм класифікації, а саме метод k-найближчих сусідів (KNN), який має високу точність (88,7%) [4].

Для виконання KNN алгоритму потрібно виконати наступні кроки [5]:

1. Обрати число K сусідів
2. Обчислити евклідову відстань до кожного атрибута вибірки за формулою (1):

$$D_{AB} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}, \quad (1)$$

де (X_A, Y_A) , (X_B, Y_B) – координати точок A і B.

3. Взяти K найближчих сусідів відповідно до розрахункової евклідової відстані.
4. Серед цих k сусідів підрахувати кількість точок даних у кожній категорії.
5. Призначити нові точки даних тій категорії, для якої кількість сусідів максимальна.

Результатом розрахунків будуть дані, на основі яких можна проводити аналіз щодо наявності ознак ненормального водіння та відхилення показників різних типів нетипової поведінки за кермом від нормальної, для чого повинен бути проведений так званий еталонний заїзд. Моніторинг зібраних даних допоможе водіям звернути увагу на свою поведінку за кермом, адже без аналізу деякі моменти можуть бути проігноровані, що може призвести до складних наслідків при нестандартних ситуаціях на дорозі.

Перелік посилань:

1. Harrison B.L., Consolvo S., Choudhury . Using multi-modal sensing for human activity modeling in the real world / B.L.Harrison, S.Consolvo, T.Choudhury // Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments, Springer, 2010. — P. 463-478.
2. Poushter J. Social Media Use Continues to Rise in Developing Countries but Plateaus Across Developed Ones / J. Poushter, C. Bishop, H. Chwe., 2018. – 46 с.
3. Jiadi Yu. Sensing Vehicle Conditions for Detecting Driving Behaviors / Jiadi Yu, Yingying Chen, Xiangyu Xu., 2018. – 81 с.
4. Ferrer S., Ruiz T. S Travel behavior characterization using raw accelerometer data collected from smartphones. / S. Ferrer, T. Ruiz // Elsevier Ltd, Valencia, 2014. — P. 145-147.
5. K-Nearest Neighbor(KNN) Algorithm for Machine Learning [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.javatpoint.com/k-nearest-neighbor-algorithm-for-machine-learning>.

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АНАЛІЗУ ЧАСОВИХ ЗМІН ЛІСОВИХ МАСИВІВ

У сучасному світі ліс відіграє важливу роль для людини та природи в цілому. Питання збереження лісу входить в список найважливіших екологічних завдань всіх країн світу, тому що він слугує для дотримання рівноваги в природному середовищі. Ліс виконує досить багато функцій:

- виробляє кисень;
- очищує повітря;
- захищає від сильних вітрів та суховіїв;
- регулює водний баланс водойм, які розташовані поблизу лісових насаджень, завдяки накопиченню вологи в ґрунті під час весни;
- підвищує вологість повітря;
- має шумоізоляційну дію;
- стабілізує клімат;
- використовується як дім для багатьох тварин та рослин, які часто використовуються в медицині.

Стан лісових угідь на території України останнім часом є досить болючою проблемою, яка тривожить і екологів, і простих людей. Адже тільки за офіційними даними Державної служби статистики України, за попередні 10 років було вирублено більш ніж 4 млн гектарів лісів, при тому, що відновлено було лише близько 500 тисяч гектарів. Тепер загальна площа лісового фонду України становить — 10,4 млн гектарів. Пожежі, через які за минулі 10 років було знищено ще 200 тисяч гектарів лісу, також завдають значної шкоди навколишньому середовищу. Але найбільшої шкоди лісовим масивам завдають браконьєри. За інформацією ЗМІ, майже 3 млн куб. м деревини вирубується кожного року браконьєрами, що складає 20% від загального обсягу всіх її заготовок.

Через ці причини потрібно якнайшвидше вжити заходи, які дозволять контролювати стан лісових насаджень. Для задоволення таких потреб необхідно створити програмний продукт, який буде забезпечувати класифікацію, оцінку та аналіз деяких лісових місцевостей. Дані будуть оброблюватись на основі кореляційного аналізу космічних знімків.

Кореляцією називають статистичну залежність між випадковими величинами, що носить імовірнісний характер [1]. Метою кореляційного аналізу є виявлення існування істотної залежності однієї змінної від іншої.

Класифікуватися зображення буде за допомогою програмного продукту ArcGIS [2]. ArcGIS — це програмне забезпечення для побудови геоінформаційних систем будь-якого рівня. ArcGIS допомагає використовувати географічну інформацію для проведення аналізу, кращого розуміння даних і прийняття більш інформованих рішень. Класифікація зображень — це дуже трудомісткий процес, який займає дуже багато часу через те, що відбувається порівняння кожного пікселя в зображенні [3,4,5]. Для коректної класифікації потрібно виділити полігони кожної породи аби програмний продукт зміг точно виділити потрібний піксель та віднести його до класу, який відповідає його стандартам. Створивши базу даних полігонів та кварталів, а також виділивши класи породи дерева, буде проведена автоматична класифікація знімку. Результатом виконання класифікації буде отримана карта (рисунок 1), на якій кожна порода буде зображена відповідним для

неї кольором. Таке зображення допоможе провести швидкий та точний аналіз зміни лісових насаджень.

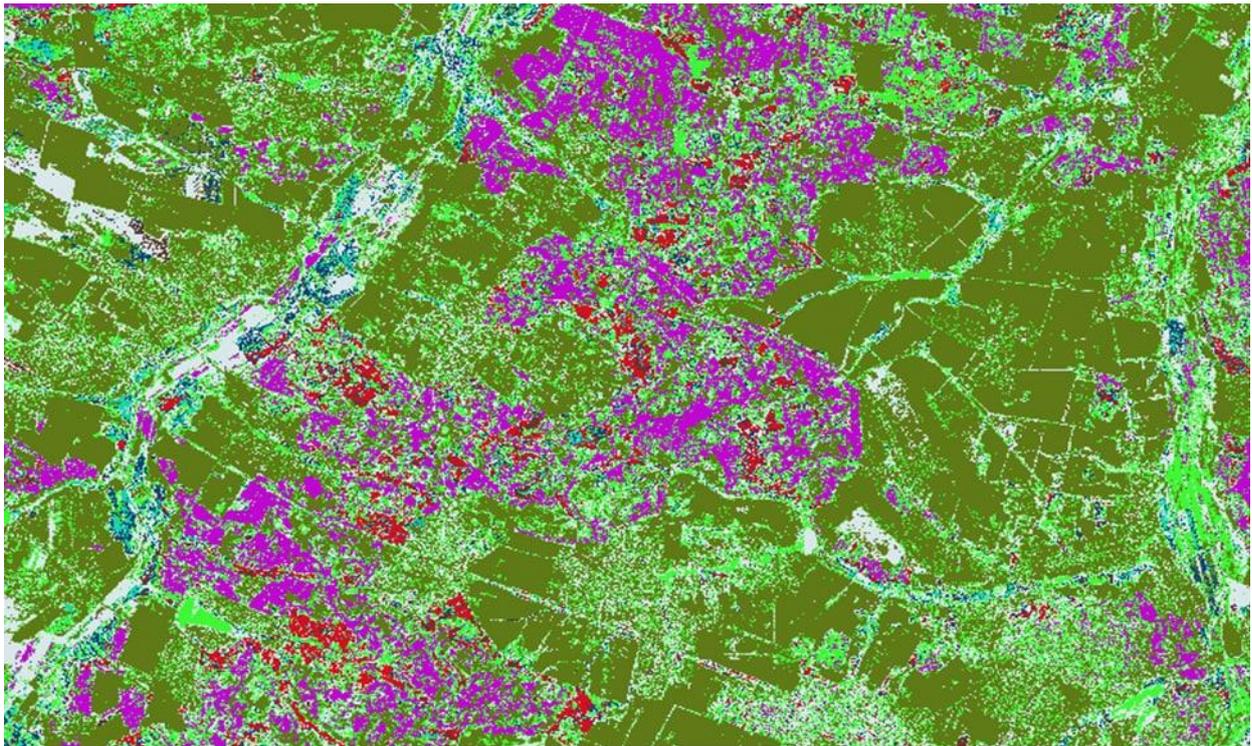


Рисунок 1 - Результат класифікації лісових насаджень

Для розробки програмного продукту буде використана мова програмування Python, фреймворк PyQt5, за допомогою якого створюються GUI додатки, а також пакету ArcPy, метою якого є створення основи для якісного виконання аналізу географічних даних, конвертації даних, управління даними та автоматизації карти в Python.

Такий програмний продукт дозволить якісно та швидко класифікувати лісові масиви, а також дасть можливість провести аналіз змін тих чи інших угідь та спрогнозувати їх майбутнє. Це дозволить контролювати стан лісів, перешкоджати їх вирубці та, при необхідності, сприятиме їх відновленню.

Перелік посилань:

1. Караєва Н. В. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА: методи та засоби статистичного прогнозування / Н. В. Караєва, І. А. Варава., 2016. – 80 с.
2. Programming ArcGIS 10.1 with Python Cookbook / Eric Pimpler — Packt Publishing. 304 с.
3. Chen P. Y. Correlation. Parametric and nonparametric measures / P. Y. Chen, P. M. Popovich. – Iowa, 2002. – (Quantitative Applications In The Social Sciences; 7).
4. Капкин В. Б., Сухинин А. И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений : учеб. пособие. М. : Логос, 2001. 264 с.
5. Understanding Statistics and Experimental Design // Наука и образование. 2012. № 5. URL: <http://technomag.edu.ru/doc/411847.html>.

ПІДСИСТЕМА ОБЛІКУ ТА АНАЛІЗУ СТАНУ КАДРОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

У наш час все більше речей приходять до автоматизації і оптимізації процесів. З кожним роком це поширюється на все більшу кількість галузей, освіта не є виключенням. На мій погляд у цій сфері є дуже великий простір для впровадження нових технологій. Сьогодні функціонування вищих навчальних закладів включає в себе обіг великої кількості документів, на оформлення яких витрачається чимало часу та зусиль. Так як більшість документів однотипні, очевидним пунктом підвищення ефективності роботи ВНЗ є автоматизація. Однією із проблем, яку можна зробити простіше і зручніше є система управління акредитації аспірантів.

На даний момент світ рухається швидко і щоб не відставати від нього треба постійно розвиватися і здобувати нові знання. Для того щоб засвідчити наші новоздобуті знання, нам видають дипломи, сертифікати і таке інше. А інколи ми пишемо наукові, дослідницькі статі на цікаві для нас теми. І щоб усе це правильно об'єднувати і структурувати для кращої оптимізації, потрібно створити хорошу базу даних. В таблицях необхідно буде зберігати інформацію про кожного викладача кафедри відповідно до 30 пункту постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності» від 30 грудня 2015 р. № 1187 [1]. У цьому пункті постанови йдеться про «Види і результати професійної діяльності особи за спеціальністю, яка застосовується до визнання кваліфікації, відповідної спеціальності». Приблизний перелік інформації і документів, які будуть зберігатися:

- дипломи про освіту, ступінь, звання,
- інформація про науково-педагогічну діяльність,
- інформація про досвід іншої роботи,
- документи по НДР,
- копії статей ,
- сертифікати про підвищення кваліфікації,
- сертифікати знання іноземних мов,
- авторські свідоцтва / патенти,
- договори про консультування / співпрацю з підприємствами,
- CV.

Ця база даних буде відповідати за облік та аналіз стану кадрового забезпечення і є частиною загальної системи для кафедри, яка допоможе оптимізувати робочі процеси для акредитації. Для зручного використання даної бази даних, буде розроблено зручний інтерфейс.

Так як, моя робота це частина великої системи, для правильної комунікації і роботи усіх компонентів системи потрібно гарно відлагодженна комунікація усіх компонентів та підсистем між собою. Для покращеного користувацького досвіду і оптимізації роботи усієї системи, повинні бути враховані усі нюанси окремих частин.

У таблицях будуть міститися ПІБ викладача та буде присвоєно йому певний ідентифікатор ІД, який буде передаватися у інші таблиці для поєднання завантажуваних документів з певною особою. Одне із призначення запропонованої підсистеми полягає в тому, щоб документи могли зберігатися протягом більш тривалого періоду часу і ними можна було легко обмінюватися, а також мати до них доступ у моменти коли це потрібно.. Також враховано той факт, що успішна реалізація будь-яких ІТ - проектів в галузі освіти, критично залежить від сприйняття користувачем зручності самої програмної системи.

Для захисту розробленої бази даних, використовуються такі основні поняття захисту, які мають своє підґрунтя на трьох базових принципах інформаційної безпеки, які створенні для вирішення цих задач, а саме:

- забезпечення цілісності даних (захист від збоїв, що ведуть до втрати інформації або її знищення);
- забезпечення конфіденційності інформації;
- забезпечення доступності інформації для авторизованих користувачів.

Один із способів досягнення такого захисту бази даних, є шлях впровадження певних механізмів захисту, наприклад, найпростіше це використовувати автентифікація користувачів та розмежування прав доступу [2], [3]. Ще можна спробувати додати елемент верифікації документів. Тобто після завантаження користувачем певних файлів, інший користувач, а точніше адміністратор, або користувач з правами адміністратора, може відмітити, що із файлами усе добре і вони відповідають даній людині. Бо можливо хтось завантажить не той файл, або зробить якусь помилку, тому щоб уникнути це, можна перевіряти файли і посилання на помилки чи відповідність.

Таким чином, розроблена підсистема дає можливість управління завантаження цих файлів до бази даних, адміністрування їх верифікації і має вирішити наступні основні завдання:

- забезпечити безпеку персональних даних пацієнтів;
- оптимізувати використання ресурсів постійно зростаючої бази даних;
- забезпечити зручний інтерфейс для кожного авторизованого користувача системи.

Перелік посилань:

1. Пункт 30 постанови <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/1187-2015-%D0%BF#Text>
2. Кейт Джонс. DOM Scripting: Web Design with JavaScript and the Document Object Model. / К. Джонс — Перше, 2005. — 368 с.
3. What is REST? [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.restapitutorial.com/lessons/whatisrest.html>.

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ РІВНЯ ГЛОБАЛЬНИХ РИЗИКІВ

Одним з найбільш тривожних і парадоксальних наслідків глобалізації є її вплив на ризики. Експертами міжнародної організації Всесвітнього економічного форуму (ВЕФ) поняття «глобальний ризик» визначається як невизначена подія чи стан, які у разі їх виникнення можуть спричинити значний негативний вплив для кількох країн або галузей промисловості протягом наступних 10 років [1]. У табл. 1 зведено Топ-5 глобальних ризиків за ступенем вірогідності прояву та з точки зору впливу події, які визначено ВЕФ за період 2018-2020 рр.

Таблиця 1 – Топ-5 глобальних ризиків за різними критеріями

Рік	Місце ризику				
	1	2	3	4	5
<i>за ступенем вірогідності прояву</i>					
2018	екстремальні погодні явища ²	значні природні катастрофи ²	кібер-атаки ⁵	масові випадки крадіжки даних/шахрайства ⁵	провали заходів пом'якшення наслідків зміни клімату ²
2019	екстремальні погодні явища ²	провали заходів пом'якшення наслідків зміни клімату ²	значні природні катастрофи ²	масові випадки крадіжки даних/шахрайства ⁵	кібер-атаки ⁵
2020	екстремальні погодні явища ²	провали заходів пом'якшення наслідків зміни клімату ²	значні природні катастрофи ²	втрата біорізноманіття ²	антропогенно природні катастрофи ²
<i>з точки зору впливу події, якщо вона станеться</i>					
2018	зброя масового ураження ³	екстремальні погодні явища ²	природні катастрофи ²	провали заходів пом'якшення наслідків зміни клімату ²	водна криза (водозабезпечення) ⁴
2019	зброя масового ураження ³	провали заходів пом'якшення наслідків зміни клімату ²	екстремальні погодні явища ²	водна криза (водозабезпечення) ⁴	природні катастрофи ²
2020	провали заходів пом'якшення наслідків зміни клімату ²	зброя масового ураження ³	втрата біорізноманіття ²	екстремальні погодні явища ²	водна криза (водозабезпечення) ⁴

Прим.: ¹ – економічні; ² – екологічні; ³ – геополітичні; ⁴ – соціальні; ⁵ – технологічні

Дані табл. 1 свідчать, що екологічні ризики, які пов'язані із зміною клімату становить пряму й далекосяжну загрозу сталого розвитку глобального світу.

Специфічна властивість глобальних ризиків полягає у тому, що глобальні ризики формуються і аналізуються на глобальному рівні, а їх вплив проявляється на макроекономічному рівні конкретної країни, причому ступінь впливу одного і того ж глобального ризику на різні макроекономіки неоднакова. Крім того, в умовах інтенсифікації процесу глобалізації, формується тренд неухильного зростання кількості

глобальних ризиків, ймовірності виникнення і ступеня їх впливу а, також, зростає взаємовплив і взаємодія ризиків, надаючи впливу системний характер. У таких умовах обмежуються можливості окремо взятої країни (держави) у поодинці контролювати і управляти глобальними ризиками. Вищезазначені специфічні властивості висувають особливі вимоги до побудови систем моніторингу глобальних ризиків і формування бази даних, що дозволяють розробляти ефективні заходи щодо попередження та управління ризиками. Організація системи моніторингу глобальних ризиків і можливості трансформації їх в ризики сталого розвитку України є необхідною і актуальною задачею.

Як показано на рис. 1 системи моніторингу рівня глобальних ризиків представляє собою інформаційний сервіс, який буде відповідати за видачу збережених статистичних даних. Користувач матиме можливість побачити потрібні дані окремо за кожним роком.

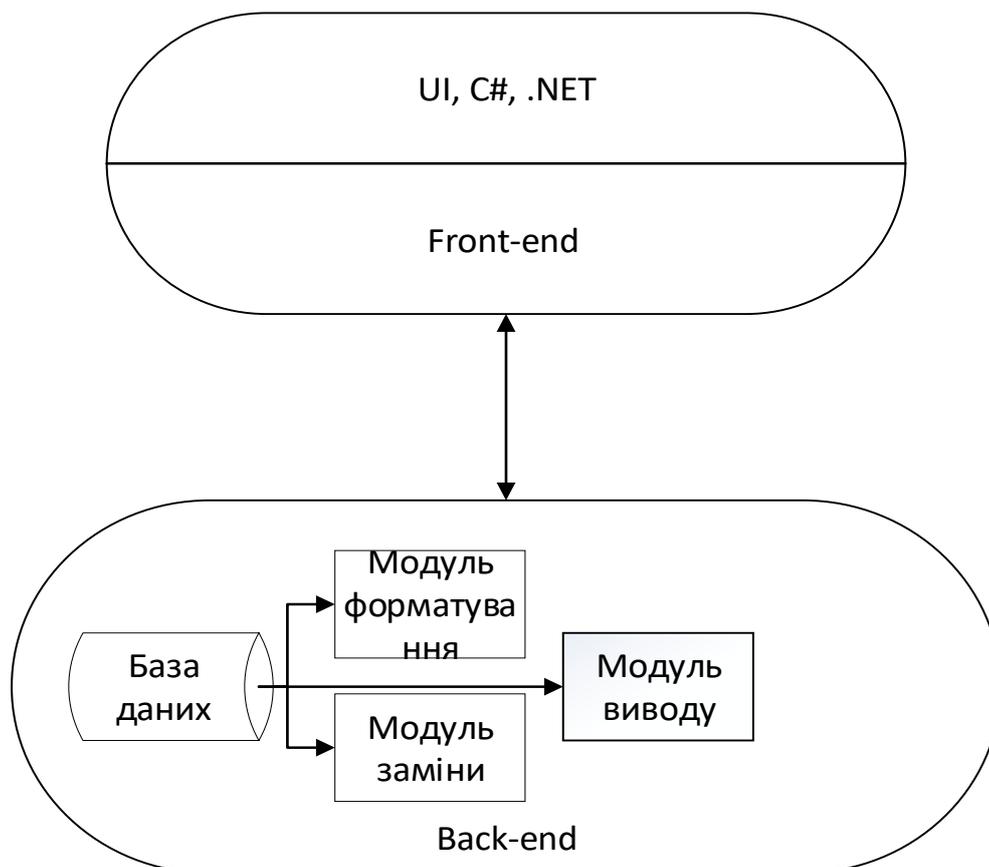


Рисунок 1 - Схема взаємодії компонентів інформаційно-аналітичного додатку

У якості бази даних даної системи буде використано MS SQL Server та Visual Studio 2019 для роботи з нею. Інтерфейс користувача у такому випадку може бути будь-яким, проте розроблений буде найдоцільніший варіант – Desktop-додаток для його реалізації буде використана мова C#, .NET Framework та WinForms UI.

Впровадження такої системи дозволяє враховувати глобальні ризики при розробці стратегічних напрямів забезпечення сталого розвитку країни.

Перелік посилань:

1. World Economic Forum. The Global Risks Report 2020. URL: <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2020>. (дата звернення 02.03.2021)

ПОШУКОВА GIS СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ

Промисловість завжди мала не абиякий вплив на економічний розвиток різних країн світу, і Україна, у цьому плані, не виняток. Промисловий сектор відіграє чи не найважливішу роль в економіці нашої держави. Розвиток цієї галузі сприяє появі нових інвестицій, дозволяє збільшити кількість експорту, а також сприяє збільшенню кількості робочих місць, що, у свій час, дуже позитивно впливає на загальний економічний стан України.

Для більш наглядного представлення про вплив промисловості на економіку нашої держави, приведемо наступні дані. Станом на 2017 рік експорт промислової продукції досягав близько 32 мільярдів доларів США, що складає 73% з усього товарного експорту України. З усього зайнятого населення, у промисловості задіяно 15% [1].

Окрім цього, через старе оснащення та відсутність належних засобів для фільтрації відходів, підприємства важкої промисловості щодня викидають в атмосферу шкідливі речовини, як наприклад CO₂ [2].

У результаті викидів жителі таких промислових міст як Дніпро, Кам'янське, Кривий Ріг, Запоріжжя та Маріуполь щодня потерпають від надзвичайно забрудненого повітря [3].

Варто також зауважити, що столиця нашої країни, місто Київ, вже не раз потрапляла у десятку міст світу з найбільш забрудненим повітрям, через велику кількість екологічно небезпечних підприємств та високу кількість транспортних засобів. Наразі ситуація покращилась і Київ займає 58 сходинку у рейтингу найбільш забруднених міст згідно з даними сайту IQair [4].

Для того, аби покращити екологічну ситуації в Україні, вкрай необхідно проводити регулярний аналіз промислових найбільш екологічно небезпечних об'єктів у реальному часі. Таким чином можна дізнатись, який з промислових об'єктів спричиняє найбільшу загрозу для навколишнього середовища та модернізувати їх, у першу чергу, за допомогою встановлення різноманітних інноваційних фільтрів.

В Пошуковій GIS системі використовувалися різноманітні методики для визначення викидів в атмосферу, такі як: «Методика визначення валових викидів забруднюючих речовин в атмосферу від котлових установок ТЕС» (за даними вимірів їх концентрацій в димових газах та розрахунковим методом), «Методика розрахунку викидів шкідливих речовин в атмосферу підприємств побутового обслуговування» (за витратами використаних матеріалів), «Методика розрахунку викидів шкідливих речовин при спалюванні газу».

Одним з основних джерел викиду забруднюючих речовин в атмосферу є теплосилові установки. Валовий викид j -ї забруднюючої речовини E_j , т, що надходить у атмосферу з димовими газами теплосилової установки за проміжок часу P , визначається як сума валових викидів цієї речовини під час спалювання різних видів палива, у тому числі під час їх одночасного спільного спалювання(1):

$$E_j = \sum_i E_{ji} = 10^{-6} \sum_i k_{ji} B_i (Q_i^Y)_i \quad (1)$$

де E_{ji} - валовий викид j -ї забруднюючої речовини під час спалювання i -го палива за проміжок часу P , т;

k_{ji} - показник емісії j -ї забруднюючої речовини для i -го палива, г/ГДж;

B_i - витрата i -го палива за проміжок часу P , т;

$(Q_i^Y)_i$ - нижча робоча теплота згоряння і-го палива, МДж/кг.

Найбільшої шкоди нашому повітрю завдає діоксид вуглецю (вуглекислий газ CO₂) відноситься до парникових газів і є основним газоподібним продуктом окислення вуглецю органічного палива. Обсяг викиду CO₂ безпосередньо пов'язано із вмістом вуглецю в паливі та ступенем окислення вуглецю палива в установці спалювання. Показник емісії діоксиду вуглецю, kCO₂, г/ГДж, під час спалювання органічного палива визначається за формулою:

$$k_{CO_2} = \frac{44}{12} \times \frac{C^Y}{100} \times \frac{10^6}{Q_i^Y} \varepsilon_C = 3,67 k_C \varepsilon_C \quad (2)$$

де C^Y - масовий вміст вуглецю в паливі на робочу масу, %;

Q_i^Y - нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/кг;

ε_C - ступінь окислення вуглецю палива;

k_C - показник емісії вуглецю палива, г/ГДж.

Пошукова GIS система екологічно небезпечних промислових об'єктів як раз і допоможе спостерігати та аналізувати вплив різних підприємств на навколишнє середовище. Зрозуміло що керівництво країни не приділяє так багато уваги, як потрібно до таких екологічно небезпечних об'єктів. Пошукова GIS система – це чудовий інструмент для місцевих груп самоврядування, які турбуються про свої міста. Люди зможуть детально прослідкувати що забруднюють їх місто, як змінюється кількість викидів з кожним роком. І я сподіваюсь, зможуть повпливати на екологічний стан свого міста.

Перелік посилань:

1. Розвиток промисловості для забезпечення зростання та оновлення української економіки [Електронний ресурс] // НАН України. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://ief.org.ua/docs/sr/301.pdf>.
2. Перелік об'єктів, що можуть спричинити виникнення надзвичайної ситуації техногенного і природного характеру та вплинути на стан захисту населення і територій, проекти будівництва яких підлягають державній експертизі з питань техногенної безпеки [Електронний ресурс] // Кабінет Міністрів України – Режим доступу до ресурсу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/155861368>.
3. Експерти визначили, де в Україні найчистіше і найбрудніше повітря [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.radiosvoboda.org/a/news-mista-zabrudnennya-povitrya/29437963.html>.
4. Air quality and pollution city ranking [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.iqair.com/world-air-quality-ranking>.

СИСТЕМА КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЗА РІВНЕМ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Людина за своєю природою прагне до стану захищеності і хоче зробити своє існування максимально комфортним. З іншого боку, ми постійно перебуваємо в світі ризиків.

Останнім часом загроза для безпеки і комфортного існування людини починає виходити від несприятливого стану навколишнього середовища. В першу чергу, це ризик саме для здоров'я. Зараз вже не викликає сумніву, що забруднення навколишнього середовища здатне викликати ряд екологічно обумовлених захворювань і, в цілому, призводить до скорочення середньої тривалості життя людей, схильних до впливу екологічно несприятливих чинників. У зв'язку з цим екологічна безпека зараз розглядається як одна з найсерйозніших проблем людства у найближчому майбутньому.

Саме поняття «екологічна безпека» трактується по-різному. Законодавчо цей термін характеризується як стан захищеності навколишнього середовища і життєво важливих інтересів людини від можливого негативного впливу господарської та іншої діяльності, надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру та їх наслідків.

За Реймерсом Н.Ф. [1], екологічна безпека:

- Сукупність дій, станів і процесів, прямо або побічно, що не приводять до життєво важливих збитків (або загрозам таких збитків), що наносяться природному середовищу, окремим людям і людству;
- Комплекс станів, явищ і дій, що забезпечує екологічний баланс на Землі і в будь-яких її регіонах на рівні, до якого фізично, соціально-економічно, технологічно і політично готове (може без серйозних збитків адаптуватися) людство. Екологічна безпека може бути розглянута в глобальних, регіональних, локальних і умовно точкових рамках, в тому числі в межах держав і їх будь-яких підрозділів.

Загалом дане поняття може бути зведене до короткої формули: «стан захищеності від небезпеки». Але так само, як захист не вичерпує захищеності, так і стан захищеності не вичерпує безпеку [2], [3].

Безпека складної системи визначається не стільки суб'єктами захисту або чинниками захищеності, скільки внутрішніми властивостями - стійкістю, надійністю, здатністю до авторегуляції. Найбільшою мірою це відноситься саме до екологічної безпеки. Людина, суспільство, держава не можуть бути гарантами власної екологічної безпеки до тих пір, поки продовжують порушувати стійкість і біотичну регуляцію навколишнього природного середовища.

При реалізації системи застосувались методи кластерного аналізу [4], метою якого є класифікація об'єктів на відносно однорідні групи, виходячи із досліджуваної кількості ознак (показників, змінних). Кластерний аналіз має одну суттєву особливість – він не є звичайним статистичним методом, оскільки до нього у більшості випадків незастосовні процеси перевірки статистичної значимості. Тому кластеризація часто використовується, зокрема, при статистичному аналізі даних.

Для реалізації даної системи була вибрана інтерпретована об'єктно-орієнтована мова програмування високого рівня Python з її численними бібліотеками. У якості СУБД використовується Microsoft SQL Server.

Таким чином, розроблена система повинна дати можливість:

- Аналізувати динаміку змін екологічних показників сталого розвитку України;
- Оцінювати загрози недосягнення цілей сталого розвитку за екологічними показниками;
- Оцінювати регіональні відмінності за показниками екологічної безпеки на основі кластерного аналізу;
- Візуалізувати результати кластерного аналізу.

Перелік посилань:

1. Реймерс Н. Ф. Экология / Николай Фёдорович Реймерс., 1994. – 367 с.
2. Боголюбов С. А. Экологическое право / Сергей Александрович Боголюбов., 2011. – 482 с.
3. Акимова Т. А. Экология. Природа - Человек - Техника / Татьяна Акимовна Акимова., 2001. – 343 с.
4. Караєва Н. В. Еколого-економічна оптимізація виробництва: методи та засоби кластерного аналізу / Н. В. Караєва, І. А. Варава. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 36 с.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОЦІНКИ РИЗИКУ ВПЛИВУ ВІД ПОВЕНІВ

Повені є одним з найбільш повторюваних стихійних лих. Ці екстремальні явища є одними з найнебезпечніших, оскільки завдають величезний соціально-економічний збиток країні. Найбільш вразливим від повенів є захід України, а саме територія Карпат. Регіон пронизаний густою мережею річок. Середня густина річкової мережі – 1,7 км/кв.км. Найбільшими є річки Дністер, Тиса, Боржава, Латориця і Уж, а загалом на території Карпат протікає 9426 річок сумарною довжиною 19793 км [1].

Оскільки гори Карпати та прилеглі до них території належить до районів Європи з підвищеним рівнем середньорічних опадів, то тут завжди є потенційна небезпека виникнення повеней [2]. Повені в цьому регіоні повторюються декілька разів на рік. Сила цих стихійних лих залежить від закономірності у чергуванні періодів підвищеної та нормальної водності.

Паводок на заході України 2020 року є останнім стихійним лихом, яке було спричинене підвищенням рівня водності в річці Дністер та його притоках. Загальні збитки від повені оцінені на суму близько 3–4 млрд гривень. Саме тому важливо моніторити, прогнозувати та оцінювати вплив від повенів.

Засоби спостереження за повенями діляться на два типи: наземні та дистанційні. До наземних відносяться гідрологічні пункти спостереження і обстеження затоплених територій. До дистанційних засобів відносяться аерозйомка та дистанційне зондування Землі із космосу.

Ні один з типів спостереження не може окремо забезпечити потрібною інформацією, яка б в повній мірі відображала широту річкових заплав і швидкість протікають на них процесів затоплення. Саме тому потрібно користуватися методом дистанційного зондування Землі з космосу.

Для моделювання річкових повенів потрібна велика кількість інформації. Необхідно знати, що відбувається в руслі і в зоні розливів, але, перш за все, умови формування великої води на всій площі водозбору. Для цього потрібно мати відомості про безліч гідрологічних характеристик: запаси снігу і інтенсивність сніготанення, зони опадів і їх інтенсивність, вологість та характеристики ґрунту, величини випаровування, види рослинності.

Вирішення даної проблеми потребує запровадження й використання сучасних ІТ-технологій, а саме - ГІС-технологій, що обумовлено можливостями візуалізації та географічного аналізу екстремальних ситуацій [3].

ГІС-пакети, забезпечують збір, обробку, відображення і розповсюдження просторово-координованих даних. Відмінною рисою подібних ГІС-пакетів від методів математичного моделювання є досить просте створення моделі зон затоплення. ГІС-технології використовуються на етапі підготовки вихідних даних для моделювання, а також при аналізі результатів прогнозування розвитку гідрологічної обстановки на території регіону для визначення потенційних соціальних і економічних наслідків повеней [4].

Весь процес аналізу з використанням ГІС-технологій можна розбити на три етапи:

1. Підготовка даних;
2. Моделювання зон затоплення;
3. Оцінка наслідків.

З першим і третім етапом справляються практично всі ГІС-пакети, тобто їх можливостей цілком достатньо для цих функцій, а ось при моделюванні зон затоплення територій найчастіше викликає певні труднощі.

На сьогоднішній день використовують два методи моделювання повенів: геометричний та гідродинамічний.

Геометричний підхід - визначення меж водної поверхні за допомогою зіставлення рівня води і висоти рельєфу. З цих кордонів формується полігон зони затоплення і визначається його глибина. Однак даний підхід показує досить статичну картину того, що відбувається, так як не враховує попередній стан поверхні суші, а також не надає можливості оцінити швидкість і напрямки течій [4].

У зв'язку з цим і виник другий підхід - гідродинамічний, який використовує систему диференціальних рівнянь, за допомогою яких визначаються потоки води в режимі реального часу. Звичайно, другий підхід забезпечує більш точне рішення, однак вимагає глибоких гідрологічних досліджень, а також є і дуже ресурсовитратним.

Важливими перевагами методів дистанційного зондування є можливість регулярного відстеження стану земної поверхні, велика оглядовість, висока оперативність отримання інформації про конкретний районі і інтеграція в геоінформаційні системи. Деталізація зображень Землі з космосу забезпечує дослідження різних за охопленням регіонів і дозволяє простежити за найбільш характерними процесами проходження повенів.

При проведенні космічної зйомки затоплюваних територій доцільно використовувати інформацію різного просторового дозволу і в різних спектральних діапазонах. З знімків середнього дозволу (сенсори МСУ-СК, Modis) можна отримати корисну інформацію про стан запливи. По знімках високої роздільної здатності (сенсори LISS, ASTER, МСУ-Е, дані з космічних апаратів серії Landsat) [5] надійніше обчислюються положення рівня води і з більшою вірогідністю виділяються затоплені ділянки запливи. Зйомка в мікрохвильовому діапазоні (КА RADARSAT) дає можливість отримувати інформацію про повені незалежно від освітленості і хмарності.

Перелік посилань:

1. Поліщук В. В. Малі річки України та їх охорона. / Віктор Варфоломейович Поліщук., 1988. – (8).
2. Flood risk in Europe [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: https://www.preventionweb.net/files/2659_EUR22525EN.pdf.
3. Стахан Т.Н. Моделирование наводнений с использованием геоинформационных систем (ГИС) [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://nauchforum.ru/journal/stud/73/54767>
4. Усачев В. Ф. Наводнения и геоинформационные технологии [Електронний ресурс] / Віктор Федорович Усачев – Режим доступу до ресурсу: <http://old.hydrology.ru/depart/dep/lgis/literature/28.pdf>.
5. Тарарин А. М. Космический мониторинг и оценка риска затопления урбанизированных территорий в периоды половодий [Електронний ресурс] / Андрій Михайлович Тарарин. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: http://miigaik.ru/science/councils/congregation/10_04_29_tararin.pdf.

RECOGNITION TOOLS AND DATA PROCESSING OF TWO-DIMENSIONAL IMAGE

Unlike a one-dimensional bar code, which must be found by a thin beam, a QR-code is defined by the sensor as a two-dimensional image but can be read in any case. Three large squares in the corners of the image and a control point near the fourth corner allow you to normalize the size of the image and its orientation, as well as the angle at which the camera — the reader is placed to the image. QR-code can be read “manually” without a smartphone, for this you need to know the features of QR-codes and the algorithm for decryption information [1].

QR-code uses binary coding of information: black squares are coded by ones, white — by zeros. Besides, to detect and correct decoding errors, checksums are checked using the XOR operation (adding bits of code modulo two to a special eight-bit binary mask, such as 10101010) [2]. Thanks to the correction of errors, you can apply a picture to the code, make it colored and multicolored — it will remain readable. There are static and dynamic QR-codes. The static QR-code contains the information specified when it was generated. The dynamic QR-code is multifunctional: it can be connected to additional functions that will be performed simultaneously or change. Figure 1 shows the possible architecture of the QR-code decoder:

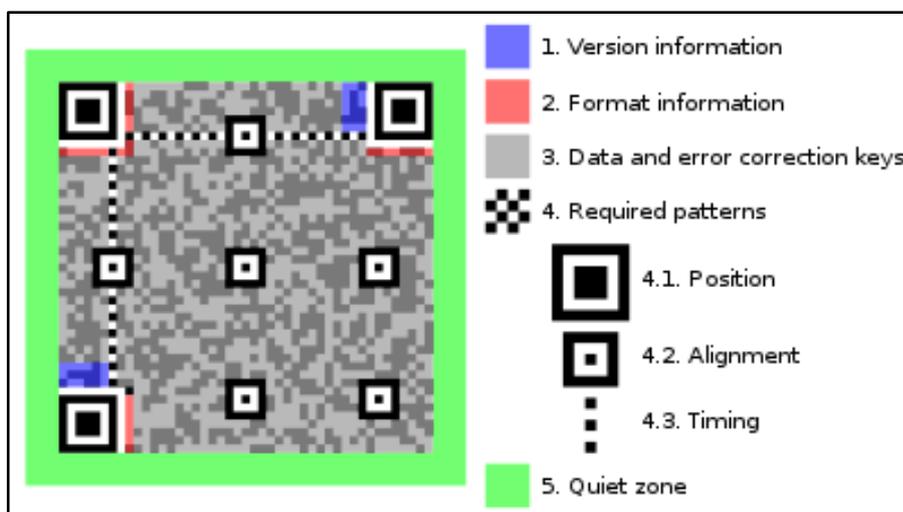


Figure 1 - The architecture of QR-code decoder

Implement the algorithm for creating an electronic business card, using QR-coding technology allows storing professional information and exchange contact information using a phone camera. The program must provide the ability to create your own electronic business card, and using the encoding algorithm to place data in a two-dimensional image - QR-code in accordance with the task. The developed user interface should provide convenient interaction of the user with the system.

The existing QR-code decoders require the correct design of the symbol, so the symbol must correspond to at least 30% of the image area to be suitable for decoding. Decoders can fail due to such noise and distortions. In case of an incorrect reading of data, special codes are used in QR that can correct defects in reading. There is also information about the version of the code. The maximum amount of data that can be written to the code depends on the version of the code. When upgrading the version, the special blocks are added [3].

QR codes are cheap and flexible, meaning there's not a big deal to using them. Creating a QR code is as simple as visiting a website and pasting in a link, image, or any form of content you want the code to link to. People are more likely to do business with acquaintances than with someone they don't know, and the best way for potential customers or employers to find out about you is through your work. Using a QR code, you can add links to your social media page, such as LinkedIn, to your blog or current business projects, which is a great feature to introduce yourself to employers or clients. By using the QR code can link to your resume or any other PDF file so you don't have to carry copies with you at job fairs or information events [4].

Using a QR code on a business card is important because potential customers or employers can add your contact information to their mobile devices without having to enter it manually. All they need to do is scan and save.

References:

1. Winter Mick. Scan me: Everybody's Guide to the Magical World of QR Codes / Mick Winter — Westsong Publishing, 2011. — 144 p.
2. A call for more (and better) QR code experiences. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://medium.com/swlh/a-call-for-more-and-better-qr-code-experiences-2872cd97ec56>.
3. Boyles Aric. The Complete Guide to QR Codes Kindle Edition / Aric Boyles — QR-Codes.com, 2012. — 35 p.
4. QR-кодування та альтернативні технології? [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://ofp.cibs.ubs.edu.ua/files/1403/14zhoqta.pdf>.

ЗАСТОСУВАННЯ ІТ-ТЕХНОЛОГІЙ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

Роль інформаційних технологій особливо велика в стратегічних галузях економіки, однією з яких є енергетика. Адже чим складніше виробництво, тим гостріше воно потребує більшої автоматизації, що відбуваються в ній процесів. На думку фахівців в області електроенергетики розвиток цієї галузі в даний час має ряд серйозних проблем, що виключає ефективну роботу всіх електроенергетичних процесів. Все що генерує обладнання піддалося старінню і зносу. Це може привести до технологічних відмов, аварій [1].

Найгострішою проблемою стабільної роботи електромереж називають надмірне підвищення робочої напруги до деколи абсолютно неприпустимих значень, в той час як електроенергетика найбільше потребує безперервної, безперебійної роботи. Експерти вже давно твердять про необхідність глобального впровадження інноваційних технологій в енергетичну сферу та повної автоматизації електромережевого комплексу.

Щоб перейти до модернізації електрогенеруючих компаній виникає необхідність в розробці високотехнологічних інформаційних рішень. Так, при оновленні обладнання відбувається підвищення ступеня його надійної роботи, значна економія палива, а також зменшується витрата ресурсів на його обслуговування. Автоматизація технологічних процесів підвищує ефективність виробництва і дозволяє гарантувати захист зовнішнього навколишнього середовища.

Централізований моніторинг технічного стану енергетичних блоків та іншого обладнання, а також дотримання правил промислової безпеки є неодмінними умовами стабільної роботи теплоелектростанцій і гідроелектростанцій. Створення таких централізованих систем моніторингу можливо завдяки використанню сучасних протоколів обміну даними (Fibre Channel (FC), iSCSI (на базі Gigabit Ethernet і 10G Ethernet), Infiniband) дозволяють пов'язувати територіально-віддалені системи моніторингу з головним Центром Обробки Даних (ЦОД). Подальший розвиток і зростання потужності серверів на базі процесорів Intel x86 архітектури (наприклад Lenovo Thinksystem, HPE Proliant, Dell PowerEdge, Cisco UCS C-серії), спільно з використанням технології віртуалізації (Citrix, Hyper-V від Microsoft, VmWare) дозволяє значно зменшити парк серверів на місцях, перекинувши критично-важливі інформаційні завдання по обробці і надійному зберіганню даних на центральний ЦОД.

З огляду на специфіку галузі, доречно зазначити, що в електроенергетиці не настільки важливі високі швидкості обчислень, як надійність і відмовостійкість серверного та мережевого обладнання. Моніторинг стану агрегатів, енергетична логістика, контроль за поставками палива і виробленням енергії - процеси, що протікають безперервно. Використання блейд-серверів, новітніх відмовостійких систем зберігання даних, систем резервного копіювання даних, технології кластеризації (побудова кластерів з серверів) дозволяє знизити кількість точок відмови, дублювати і резервувати основні частини ЦОД для забезпечення максимальної відмовостійкості.

Основними інформаційними завданнями виробництва електроенергії є автоматизація систем технологічних процесів і контроль над встановленим обладнанням. Застосування самих передових технологій електрогенеруючими компаніями дозволяє підвищити результативність роботи, забезпечити стабільність процесів і роботи обладнання та підвищувати генеруючі потужності.

Що стосується застосування інформаційних технологій в сфері енергорозподілу і енергозбереження, що, перш за все, доречно використовувати поняття «інтелектуальні мережі енергопостачання». ІМЕ дозволяють скоротити технічні втрати в процесі передачі

електроенергії, ефективно використовувати вироблену електроенергію, вибирати альтернативні джерела енергії, діагностувати й усувати неполадки автоматичного режиму роботи, підвищувати стійкість поставок електрики, скорочувати вуглецеву емісію [2], [3].

Методи роботи таких систем полягають в застосуванні інформаційно-комунікаційних технологій, автоматизованого збору та обліку інформації, моніторингу роботи обладнання, управлінні базами даних. Застосування такого виду технологій дозволяють в режимі реального часу стежити за процесами передачі, розподілу та споживання електроенергії. При цьому зростає роль модернізації системи пристроїв зв'язку та телемеханіки, її інтеграції з сучасним мережевим обладнанням (наприклад мережевим обладнанням Cisco, мережевим обладнанням HPE FlexNetwork і Aruba, промисловим устаткуванням Advantech). Технічне оснащення диспетчерських пунктів, їх системна інтеграція - важлива складова безаварійної роботи енергосистем.

Звичайно, для енергетичних компаній ІТ - не профільна діяльність, не завжди є необхідні кадри, відсутнє необхідне інформаційне бачення, недоцільно тримати постійний великий штат ІТ-фахівців або компанія стикається з нетиповими інформаційними завданнями. У цьому випадку компанії використовують ІТ-аутсорсинг, залучають системних інтеграторів, здійснюють ІТ-консалтинг.

При появі в Україні вільного ринку ресурсів електроенергії збільшується ступінь уваги до галузі з боку стратегічних інвесторів. Тому перед керівництвом енергетичних компаній стоїть завдання підвищити інвестиційну привабливість очолюваних ними ринкових одиниць. Способом її рішення для енергетиків є інформаційні технології [4].

І енергетика, яка усвідомлює необхідність застосування ІТ-засобів, активно розробляє рішення для інформаційно-технологічних складових. Тому в країні дуже активно обговорюється інтеграція ринкових механізмів енергетики. Ризиком є поява керуючих компаній на ринку, які можуть бути невеликими і недостатньо професійними, що може спричинити за собою якість обслуговування споживачів.

Майбутнє впровадження інформаційних технологій в українські енергетичні компанії викликано необхідністю ступеня підвищення фондівіддачі обладнання, яке експлуатується. Це призведе до інтеграції комерційного обліку тепла, яке поставляється, і всіх енергоресурсів, а енергорозподільчі компанії будуть використовувати автоматизовані системи розрахунків зі споживачами. Розвиток інфраструктури ІТ величезний і будується на створенні автоматизованих комплексних систем управління, які підтримують забезпечення збору та інтеграцію інформації технологічного процесу за допомогою баз даних поточного часу, формуванні ІТ- моделі об'єкта, яким потрібно керувати, на вирішенні завдань контролю, управління і аналізу енергетичного обладнання на основі відповідної моделі.

Внаслідок усього перерахованого вище можна зробити висновок, що головним фактором, який впливає на розвиток інформаційних технологій енергетики, є необхідність високотехнологічного реформування цієї галузі економіки.

Таким чином, розвиток ІТ-технологій в енергетику, як і будь-яку іншу галузь, призведе до автоматизації всього комплексу, що спричинить за собою його більш ефективну у всіх сенсах роботу.

Перелік посилань:

1. Павлиш В. А., Гліненко Л. К. Основи інформаційних технологій і систем.: Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 500 с.
2. Павленко Л.А. Корпоративні інформаційні системи: Навчальний посібник. 2-ге вид., стереотип. Х.: ВД «ІНЖЕК», 2005. 260 с.
3. Грицунов О. В. Інформаційні системи та технології: навч. посіб. для студентів за напрямом підготовки «Транспортні технології» / О. В. Грицунов; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х.: ХНАМГ, 2010. 222 с.
4. Згуровський М.З. Вступ до комп'ютерних інформаційних технологій: навч. посіб. / М.З. Згуровський, І.І. Коваленко, В.М. Михайленко. К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2002. 265 с.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ №7 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ	3
Моніторинг автономних джерел енергії з використанням ІоТ пристроїв.	4
<i>НОВІКОВ П.В., мол. вчений</i>	
<i>Керівник - проф., д.т.н. Смирнов В.С.</i>	
Моделювання та оптимізація котельної установки за допомогою штучних нейронних мереж.	6
<i>ГРИТЧУК Д.Т., аспірант</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Баган Т.Г.</i>	
Ентропія як показник якості вуглеграфітової продукції.	8
<i>ЖУЧЕНКО Л. К., аспірант гр. ТА-91ф</i>	
<i>КОРОТИНСЬКИЙ А. П., асистент кафедри ТПЗА, ІХФ</i>	
<i>Керівник - д. т. н., зав. каф. АТЕП Волощук В. А.</i>	
Ідентифікація моделі фанкойла для побудови цифрового двійника.	10
<i>ЗАХАРЧЕНКО А.С., аспірант</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Степанець О.В.</i>	
Обґрунтування та доцільність застосування критеріїв ексергетичного аналізу в якості ключових показників ефективності об'єктів теплоенергетики.	12
<i>НЕКРАШЕВИЧ О.В., аспірант</i>	
<i>Керівник - доц., д.т.н. Волощук В.А.</i>	
Оптимальне керування параметрами дуттьового режиму кисневого конвертера.	14
<i>МАРІЯШ Ю.І., аспірант</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Степанець О.В.</i>	
Стратегії удосконаленого керування технологічними параметрами парового котла виробничої котельні.	16
<i>ШРАМ Д.О., аспірант</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Степанець О.В.</i>	
Предиктивна самодіагностика як метод виявлення та сигналізації неявного виходу з ладу обладнання.	18
<i>БАГІНСЬКИЙ В.О., магістрант гр. ТО-91мн</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Степанець О.В.</i>	
Застосування методів комп'ютерного зору для підвищення ефективності процесу спалювання газу.	20
<i>АРЗІКУЛОВ Т.С., магістрант гр. ТА-01мп</i>	
<i>Керівник - ст.викл., Грудзинський Ю.Є.</i>	
Підвищення ефективності системи гарячого водопостачання на базі вакуумного всесезонного сонячного колектора.	22
<i>БЕЗУГЛИЙ Р.О., магістрант гр. ТА-01мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Баган Т.Г.</i>	
Динамічна модель електрокалорифера для виробничого приміщення.	24
<i>ЛІГОЦЬКИЙ А.О., магістрант гр. ТА-01мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Голінко І.М.</i>	
Система температурного моніторингу приміщень навчальних закладів на базі ІоТ пристроїв.	26
<i>МАРЮХІН М.О., магістрант гр. ТА-01мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Новіков П.В.</i>	
Регулювання параметрів мікроклімату в багатозонному приміщенні.	28
<i>НСКРАСОВ М.В., магістрант гр. ТА-01мп</i>	
<i>Керівник - ст.викл. Штіфзон О.Й.</i>	

Важливість мікроклімату приміщень. Вимірювальні прилади та їх особливості.	30
<i>ОГУРЦОВА В.В., магістрант гр. ТА-01 мп</i>	
<i>Керівник - ст.викл. Некрашевич О.В.</i>	
Аналіз моделі припливно-витяжної системи вентиляції з рециркуляцією.	32
<i>ОНИЩЕНКО Д.В., магістрант гр. ТА-01мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Голінко І.М.</i>	
Динамічна модель камери шокової заморозки фруктів.	34
<i>ПОГРЕБЕЦЬКИЙ М.С., магістрант гр. ТА-01мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Голінко І.М.</i>	
Екологічні проблеми традиційної енергетики.	36
<i>САДИК Н.А., магістрант гр. ТА-01мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Бунь В.П.</i>	
Використання платформи Node-RED в автоматизації.	38
<i>СКИДАН П.Є., магістрант гр. ТА-301мп</i>	
<i>Керівник - ст.викл. Некрашевич О.В.</i>	
Оптимізація економічності згоряння палива парового котла за допомогою машинного навчання.	40
<i>ТЕМЧУР В.С., магістрант гр. ТА-01мп</i>	
<i>Керівник - ст.викл. Поліщук І.А.</i>	
Система кондиціонування повітря з тепловим насосом, рекуператором та льодогенератором.	42
<i>ХАНДУСЬ Я.С., студент гр. ТА-01мп</i>	
<i>Керівник - ст.викл. Штіфзон О.Й.</i>	
Людський фактор і запобіжні пристрої машин.	44
<i>ШАРКО О.С., магістрант гр. ТА-301мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Бунь В.П.</i>	
Управління тепловим режимом будівель з використанням прогнозуючих моделей.	46
<i>ЯТЧЕНЯ М.Ю., магістрант гр. ТА-01мп</i>	
<i>Керівник - ст.викл., Любицький С.В.</i>	
Підбір оптимальних параметрів для САР на основі цифрового двійника.	48
<i>БІЛЕКА Я.О., студент гр. ТА-71</i>	
<i>Керівник - ст.викл. Любицький С.В.</i>	
Концепція технології блокчейну.	50
<i>БАБИЧ О.Д., студент гр. ТО-71</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Баган Т.Г.</i>	
Особливості та вимоги до систем кондиціонування складського приміщення. .	52
<i>БОБІНА О.А., студент гр. ТА-71</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Бунке О.С.</i>	
Мережеві технології для автоматизованого збору даних з інтелектуальних лічильників.	54
<i>ВАЩЕНКО І.В., студент гр. ТО-71</i>	
<i>Керівник - ст.викл. Штіфзон О.Й.</i>	
Методи утилізації теплоти зворотного повітря в системах кондиціонування і вентиляції .	56
<i>ВОРОТИНЦЕВ А.А., студент гр. ТА-371</i>	
<i>Керівник - ст.викл. Штіфзон О.Й.</i>	
Використання граничних обчислень в сучасній автоматизації.	58
<i>ГАВРИЛОВА О.Д., студент гр. ТО-71</i>	
<i>Керівник - ст.викл. Штіфзон О.Й.</i>	

Особливості проектування індуктивних котушок як елементів електронних пристроїв.	60
<i>ГАПОНОВА Є.В., магістрант гр. ТО-71</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Ларіна К.Ю.</i>	
Контури регулювання автоматйки самообслуговування.	62
<i>ГАПОНОВА Є.В., студент гр. ТО-71</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Новіков П.В.</i>	
Cold chain process remote monitoring and control automation system.	64
<i>HERASHCHENKO O.O., bachelor гр. ТО-71</i>	
<i>Scientific chief - sen.lect., Liubyskyi S.V.</i>	
Методи зменшення шкідливих викидів при роботі котла.	66
<i>ДЖУМІК Б. І. студентка гр. ТА-371</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Бунь. В. П.</i>	
Аналіз та покращення вентиляційних систем на зварювальних підприємствах.	68
<i>ЄЛІСЕЄВА Т.Ю., студент гр. ТА-71</i>	
<i>Керівник - ст.викл. Некрашевич О.В.</i>	
Переваги використання цифрових двійників насосів.	70
<i>КІРСЄВ М.О., студент гр. ТО-71</i>	
<i>Керівник - ст. викл., Любицький С.В.</i>	
Автоматизація процесу покупок в супермаркеті.	72
<i>КІСУРКІН К.Є., студент гр. ТО-71</i>	
<i>Керівник - ст.викл. Поліщук І.А.</i>	
Мобільний полігон імітаційного моделювання АТК на платформі ПЛК PLCnext.	74
<i>ЛОБЗОВ Н.С., студент гр. ТА-71</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Батюк С.Г.</i>	
Приховані проблеми сучасних ІОТ пристроїв автоматизації в системах "розумних будівель".	76
<i>ЛЯДИШЕВ Д.К., студент гр. ТО-71</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Степанець О.В.</i>	
Автоматизація каскадних холодильних машин.	78
<i>МАЛАШЕНКО В.В., студент гр. ТА-371мн</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Голінко І.М.</i>	
Застосування доповненої реальності в автоматизації.	80
<i>МАТИЯЩУК В.А., студент гр. ТА-71</i>	
<i>Керівник - ст.викл. Штіфзон О.Й.</i>	
Мобільний полігон імітаційного моделювання АТК на платформі ПЛК Wago.	82
<i>Панасенко Ю.А., студент гр. ТА-71</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Батюк С.Г.</i>	
Диспетчеризація індивідуального теплового пункту засобами Node-RED .	84
<i>ПЕРЕГУДА К.Д., студент гр. ТО-71</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Степанець О.В.</i>	
Оптимальне регулювання тиску насосної станції.	86
<i>ПЛЕСКАЧ О.А., студент гр. ТО-71</i>	
<i>Керівник - ст.викл. Поліщук І.А.</i>	
Мобільний полігон імітаційного моделювання АТК на платформі ПЛК Modicon.	88
<i>ПОЛІЩУК В.О., студент гр. ТА-71</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Батюк С.Г.</i>	
Регулювання температури холодоносія на виході каскаду градирень.	90

<i>РУДЬ О.О., студент гр. ТО-71</i> <i>Керівник - ст.викл. Поліщук І.А.</i>	
Використання сухої градирні в системах холодопостачання.	92
<i>СЕМАЦЬКА А.А., студент гр. ТО-71</i> <i>Керівник - ст.викл. Некрашевич О.В.</i>	
Предиктивне обслуговування обладнання парового котла..	94
<i>СТЕЛЬМАХ В.Р., студент гр.ТА-71</i> <i>Керівник – старший викладач Поліщук І.А.</i>	
Мобільний полігон імітаційного моделювання АТК на платформі ПЛК Wago.	96
<i>Головатий М.С., студент гр ТО-71</i> <i>Керівник - доц., к.т.н. Батюк С.Г.</i>	
Проблематика технологій сушіння та підхід до них.	98
<i>ХРИСТЕНКО Д.О., студент гр.ТА-71</i> <i>Керівник – доцент Бунь В.П.</i>	
Роль динамічної моделі об'єкта в цифровому двійнику.	100
<i>ШИНДИЛЮК М.В., студент гр. ТА-71</i> <i>Керівник - доц., к.т.н. Степанець О.В.</i>	
Використання Raspberry Pi у якості розумного ПЛК для АСК камерної сушарки на прикладі вимірювання температури.	102
<i>ШИШКОВ Б.А., студент гр. ТА-71мн</i> <i>Керівник - ст.викл. Грудзинський Ю.Є.</i>	
Принципи організації та еволюції систем електропостачання автономних об'єктів на основі відновлюваних джерел енергії.	104
<i>БЕЛЬДІЙ В.І., студент гр. ТО-81</i> <i>Керівник - ст.викл. Ноженко К.Д.</i>	
Прикладні аспекти структурного синтезу систем електропостачання автономних об'єктів на основі синергетичного підходу.	106
<i>ГОРОДНІЙ Ю.С., студент гр. ТО-81</i> <i>Керівник - проф., д.т.н. Смирнов В.С.</i>	
Структурно-алгоритмічний синтез інваріантних перетворювальних систем для відновлювальної енергетики.	108
<i>ДЕНИСЕНКО О.С., студент гр. ТО-81</i> <i>Керівник - доц., к.т.н. Олійник О.Ю.</i>	
Системи управління з прогнозуючими моделями.	110
<i>КАЛУГА Б.В., студент гр. ТА-81</i> <i>Керівник - ст.викл. Штіфзон О.Й.</i>	
Проблемні питання модернізації та автоматизації комунальної енергетики.	112
<i>КУЧИНСЬКА К.А., студент гр. ТО-81</i> <i>Керівник - асист. Грудзинський Д.Ю.</i>	
Особливості нелінійних систем управління.	114
<i>ПЕТРЕНКО Д.Д., студент гр. ТО-81</i> <i>Керівник - асист. Логвінська К.А.</i>	
Принципи автоматизації досліджень процесів конденсації в теплообмінних апаратах. Практичне застосування..	116
<i>ГОНЧАР А.С., студент гр. ТА-92</i> <i>Керівник - доц., к.т.н. Гавриш А.С.</i>	
Принципи автоматизації досліджень процесів конденсації в теплообмінних апаратах. Теоретичні питання..	118
<i>АГАРКОВА Д.А., студент гр. ТА-92; КОСТЮЧИК О.А., студент гр. ТА-92</i> <i>Керівник - доц., к.т.н. Гавриш А.С.</i>	

СЕКЦІЯ №8 ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОБЛЕМИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ	120
Оптимізація обробки запитів кластерами в реальному часі із застосуванням мультиагентного підходу.	121
<i>КОЛУМБЕТ В.П., аспірант</i>	
<i>Керівник - проф., д.т.н. Барабаш О.В.</i>	
Дослідження методів моделювання поверхонь сталої середньої кривини.	123
<i>ГУМЕННИЙ А.А., аспірант</i>	
<i>Керівник - проф., д.т.н. Аушева Н.М.</i>	
Порівняльний аналіз уніфікованих файлових форматів передачі тривимірних об'єктів з можливістю використання у популярних САД системах.	125
<i>ГОРБЕНКО О.Ю., аспірант</i>	
<i>Керівник - проф., д.т.н. Аушева Н.М.</i>	
Використання алгоритму просування променів для візуалізації 3д геометрії.	127
<i>МЕЛЬНИЧУК В.І., магістрант гр. ТМ-91мн</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Сидоренко Ю.В.</i>	
Оптимізація розрахунків у реальному часі за допомогою нейронних мереж.	129
<i>ЗАКОВОРОТНИЙ О.І., магістрант гр. ТМ-91мн</i>	
<i>Керівник - проф., д.т.н. Аушева Н.М.</i>	
Використання геолокації в системах візуалізації морської сцени.	131
<i>КОВАЛЕНКО А.С., магістрант гр. ТМ-01мп</i>	
<i>Керівник - проф., д.т.н. Барабаш О.В.</i>	
Реалізація системи освітлення матеріалів 3D-об'єктів.	133
<i>КАРДАШОВ О.В., магістрант гр. ТР-01мн</i>	
<i>Керівник - проф., д.т.н. Аушева Н.М.</i>	
Автоматизація збору та обробки даних клієнта.	135
<i>КАЛІКА Б.М., магістрант гр. ТМ-01мп</i>	
<i>Керівник - проф., д.т.н. Аушева Н.М.</i>	
Система автентифікації на основі аналізу акустичних сигналів.	137
<i>ГУСЕЙНОВ Р.Н., магістрант гр. ТР-02мп</i>	
<i>Керівник - проф., д.т.н. Отрох С.І.</i>	
Дослідження похибки інтерполяційної функції Гауса зі змінним кроком.	139
<i>ГОРОДЕЦЬКИЙ М.В., магістрант гр. ТМ-01мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Сидоренко Ю.В.</i>	
Універсальний парсер для перетворення SQL-запиту в запит MongoDB.	141
<i>ГЕРАСИМЧУК В.Ф., магістрант гр. ТР-01мн</i>	
<i>Керівник - проф., д.т.н. Аушева Н.М.</i>	
Створення програмного засобу для моделювання динамічних режимів роботи сонячних панелей в складі мікроенергостанції.	143
<i>ЮРЧЕНКО Р.О., студент гр. ТМ-72; ЩУР В.Є., студент гр. ТМ-72</i>	
<i>Керівник - проф., к.т.н. Отрох С.І.</i>	
Firestore: платформа розробки додатків.	145
<i>ШУКЮРОВ Р.Р., студент гр. ТМ-71</i>	
<i>Керівник - асист. Касьянов А.С.</i>	
Програмне забезпечення для аналізу складу певного контингенту.	147
<i>ШЕВЕЛА І.Ю., студент гр. ТМ-71</i>	
<i>Керівник - проф., д.т.н. Отрох С.І.</i>	
Mongo DB - система керування базами даних.	149

<i>РОЖКО Т.Ю., студент гр. ТР-92</i>	
<i>Керівник - асист. Касьянов А.С.</i>	
Система збору аналітики проектів для розробників ігор	151
<i>РЕДЬКО В.І., бакалавр гр. ТР-71</i>	
<i>Керівник – проф. д.т.н. Аушева Н.М.</i>	
Оптимізація процесу створення спецефектів	153
<i>МЕРЕНКОВ Д.М., бакалавр гр. ТР-71</i>	
<i>Керівник – проф. д.т.н. Аушева Н.М.</i>	
Веб-додаток візуалізації процесу імітаційного моделювання тестового самодіагностування багатомодульних систем.	155
<i>ВЕЛИЧКО Д.В., студент гр. ТР-72</i>	
<i>Керівник - проф., д.т.н. Барабаш О.В.</i>	
Формування індивідуальних планів викладачів.	157
<i>БОНДАРЕНКО Є.Д., студент гр. ТР-72</i>	
<i>Керівник - проф., д.т.н. Барабаш О.В.</i>	
Інформаційна система реального часу для моніторингу параметрів роботи домашньої сонячної електростанції	159
<i>АНДРЕЄНКО І.В., студент гр. ТВ-371</i>	
<i>Керівник - проф., д.т.н. Барабаш О.В.</i>	
Практичність web-систем для дистанційного навчання студентів	161
<i>ПОЛТАВЦЕВА В.І., студент гр. ТМ-71</i>	
<i>Керівник - проф., к.е.н. Отрох С.І.</i>	
СЕКЦІЯ №9 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖНИХ КОМПЛЕКСІВ	163
Програмні засоби отримання даних генерації звукових хвиль у морському середовищі.	164
<i>ЄВТУШЕНКО А.М., аспірант; ВАРАВА І.А., доц., к.т.н.</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Гагарін О.О.</i>	
Генерація фіксує переходи для траєкторій обробки 2D деталей.	166
<i>БАРАНІЧЕНКО О.М., аспірант</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Шаповалова С.І.</i>	
До питання про створення програмної платформи для задач моделювання фізичних параметрів магнітних систем виконуючих пристроїв.	168
<i>СУШКО Д.А., магістрант гр. ТВ-301мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Крячок О.С.</i>	
Розпізнавання забруднень навколишнього середовища на фотознімках на основі сегментаційної моделі.	170
<i>СМІРНОВ Д.С., магістрант гр. ТР-01мп</i>	
<i>Керівник – доц., к.т.н. Шаповалова С.І.</i>	
Автоматизована система підтримки діяльності страхової компанії.	172
<i>СІКОЛЕНКО Е.В., магістрант гр. ТМ-01мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Кублій Л.І.</i>	
Обробка гідроакустичних сигналів з використанням машинного навчання і GPU-ресурсів.	174
<i>МИХАЛЬКО В.Г., магістрант гр. ТР-01мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Кублій Л.І.</i>	
Методи генерації тестових завдань в системі підтримки змішаного навчання.	176
<i>КРУГЛИЙ Д.В., магістрант гр. ТР-02мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Титенко С.В.</i>	

Адаптація карт понять у навчальних мобільних застосунках.	178
<i>КОВАЛЕНКО Д.Р., магістрант гр. ТР-01мп</i>	
<i>Керівник – доц., к.т.н. Титенко С.В.</i>	
Підвищення якості систем дистанційного навчання на основі програмної генерації завдань..	180
<i>ЗАЇЧКО О.П., магістрант гр. ТІ-01мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Титенко С.В.</i>	
Програмні засоби регулювання показників охолоджуючої системи атомної станції.	182
<i>ГАВРИЛЯК О.В., магістрант гр. ТІ-мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Гагарін О.О.</i>	
Система виклику підпрограм командами, сформульованими природною мовою.	184
<i>БОЧОК В.О., магістрант гр. ТІ-01мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Кублій Л.І.</i>	
Методи передачі даних у бездротових мережах інтернету речей для моніторингу інженерних мереж.	186
<i>БАТІН О.О., магістрант гр. ТР-02мп</i>	
<i>Керівник - асист. Швайко В.Г.</i>	
Аналітична панель користувача інформаційно-навчального порталу.	188
<i>ФУРМАН В.Д., студент гр. ТВ-71</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Гагарін О.О.</i>	
Програмна платформа для організації конференцій з використанням веб-технологій.	190
<i>ФЕДОРОВА Ю.Є., студент гр. ТР-72</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Кублій Л.І.</i>	
Алгоритми побудови карт понять у навчальних мобільних застосунках.	192
<i>ФЕДЕНКО В.А., студент гр. ТВ-71</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Гагарін О.О.</i>	
Гейміфікація в онлайн-навчанні.	194
<i>ТАРЕЛКІНА М.О., студент гр. ТІ-72</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Гагарін О.О.</i>	
Лінійний навчальний шлях як метод підвищення наочності карт понять у мобільних застосунках.	196
<i>ПОЛЄНОВА В.А., студент гр. ТІ-71</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Гагарін О.О.</i>	
Автоматизована система адаптивної фільтрації гідроакустичних сигналів на основі машинного навчання.	198
<i>КОЗАК О.А., студент гр. ТВ-371</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Кублій Л.І.</i>	
Генерація гідроакустичного сигналу з застосуванням технології паралельних обчислень МРІ.	200
<i>ІВАНОВ В.О., студент гр. ТР-71</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Лабжинський В.А.</i>	
Розробка мобільного застосунку для вирішення проблеми формування стартап-команд.	202
<i>ЗАЯЦ К.В., студент гр. ТІ-72</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Гагарін О.О.</i>	
Комп'ютерні засоби організації та видання збірників матеріалів наукової конференції	204
<i>АНТОНЮК А.М., студент гр. ТІ-72</i>	
<i>Керівник - доц., к.ф.-м.н. Карпенко С.Г.</i>	

Базові алгоритми машинного навчання.	206
<i>ТКАЧЕНКО Р.О., студент гр. ТІ-01</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Кублій Л.І.</i>	
СЕКЦІЯ №10 МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ	208
Інформаційна аналітична система планування і розподілу задач.	209
<i>ЛАВРЕНЮК В.В., магістрант гр. ТР-01мп</i>	
<i>Керівник - зав. каф., к.т.н. Коваль О.В.</i>	
Система автоматизованого тестування симуляторів екстремальної поведінки.	211
<i>КРИШТАПОВИЧ І.О., магістрант гр. ТМ-91мн</i>	
<i>Керівник - доц., к.ф.-м.н. Тарнавський Ю.А.</i>	
Побудова структури інформаційно-аналітичної системи оцінки рівня міжнародної діяльності.	213
<i>ІНАМОВ С.В., магістрант гр. ТІ-01мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Кузьмініх В.О.</i>	
Система енергоменеджменту для ОСББ.	215
<i>БЕВЗА Д.В., магістрант гр. ТІ-01мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.ф.-м.н. Тарнавський Ю.А.</i>	
Develop structure of the information-analytical system.	217
<i>SAVINOV I. A., master гр. ТІ-01мп</i>	
<i>Associate Professor, Ph.D. Kuzminykh V. O.</i>	
Визначення схеми метаданих для використання в інтеграції онтології із зовнішніми ресурсами.	219
<i>ЮРЧЕНКО Б.О., магістрант гр. ТВ-01 мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Коваль О.В.</i>	
Користувацька взаємодія в системі планування та керування обчислювальними вузлами майнингових блокчейн-мереж.	221
<i>ШАПОВАЛ В.О., магістрант гр. ТР-01мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Сегеда І.В.</i>	
Оцінювання достовірності інформації датчиків при функціонуванні кіберфізичної системи.	223
<i>МУСІЄНКО Д.І., магістрант гр. ТР-01мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.ф.-м.н. Сегеда І.В.</i>	
Автоматизована підтримка апаратного забезпечення для майнінгу.	225
<i>ЛОКОТАРЬОВ Є.О., студент гр. ТМ-01мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Сегеда І.В.</i>	
Автономне встановлення комунікації між інтелектуальними агентами та утворення мульти-агентної системи.	227
<i>ВИСОВЕНЬ Д.Д., магістрант гр. ТВ-01мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Ковальчук А.М.</i>	
Моделювання задачі руху навколо перешкоди з використанням відкритого програмного коду C++ OpenFoam.	229
<i>БУРЕНОК А.І., магістрант гр. ТР-02мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Кузьменко І.М.</i>	
Дистанційна система синхронізації та аналізу показників датчиків на прикладі попередження надзвичайних ситуацій.	231
<i>БІРДУС Н.А., магістрант гр. ТР-01мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Кузьменко І.М.</i>	
Modern cloud storage technologies.	233
<i>TASHU A.A., master гр. ТВ-01мп</i>	

<i>Scientific chief - assoc.prof., cand.phys.-math.sc. Tarnavskiy Y.A.</i>	
Combined approach to checking the reliability of organization activity evaluation data.	235
<i>POLINO V.O., master gr. TP-01mp</i>	
<i>Scientific chief - assoc.prof., cand.eng.sc. Kuzminykh V.O.</i>	
Інформаційна система моніторингу в теплоенергетиці.	237
<i>САСЬКО М.М., студент гр. ТВ-371</i>	
<i>Керівник - доц., к.в.н. Онисько А.І.</i>	
Мобільний додаток створення та ведення довідника методичних матеріалів з навчальних курсів кафедри.	239
<i>КОВАЛИК А.С., студент гр. ТВ-371</i>	
<i>Керівник - проф., д.т.н. Шушура О.М.</i>	
Автоматизована система оцінки студентських стартапів.	241
<i>ЗАГРЕБЕЛЬНА А.С., студент гр. ТМ-72</i>	
<i>Керівник - доц., к.е.н. Сегеда І.В.</i>	
Вибір бази даних для системи контролю підготовки дисертаційної роботи доктора філософії.	243
<i>ГУКОВСЬКИЙ В.Г., студент гр. TP-72</i>	
<i>Керівник - проф., д.т.н. Гаврилко Є.В.</i>	
Preservation and processing of statistical information for assessment of international activity level..	245
<i>ПОТАРОВ D.V., student gr. ТМ-72</i>	
<i>Scientific chief - assoc.prof., Ph.D. Kuzminykh V.O.</i>	
Processing of primary information to assess the level of international activity using olap technologies.	247
<i>НРЫТЧУК І.Т., student gr. ТМ-72</i>	
<i>Scientific chief - assoc.prof., cand.eng.sc. Kuzminykh V.O.</i>	
Use of statistical methods for the analysis of international activity.	249
<i>НРИАЗИУК V.O., student gr. ТМ-72</i>	
<i>Scientific chief - assoc.prof., ph.d. Kuzminykh V.O.</i>	

СЕКЦІЯ №11 СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИКИ

	251
Динаміка тарифів на енергетичні носії як ключовий фактор впливу на економічну оцінку енергетичних систем.	252
<i>НАУМЧУК О.С., аспірант 2 курсу</i>	
<i>Керівник - зав. каф. ТЕ, д.т.н. Дешко В.І.</i>	
Децентралізовані фінанси на основі технології блокчейн.	254
<i>ЧУМАК Н.Р., магістрант гр. ТВ-301mp</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Ходаковський О.В.</i>	
Аналіз методів обробки та візуалізації великих масивів даних в ERP системі..	256
<i>ХОМЕНКО О.М., магістрант 5-го курсу, ТМ-01mp</i>	
<i>ЗІНЧЕНКО О.В., магістрант 5-го курсу, ТМ-01mp</i>	
<i>Керівник - проф., д.т.н. Федорова Н.В.</i>	
Методичні основи використання методів нечіткої логіки в задачах оцінки сталого розвитку виробничих систем.	258
<i>ОРИХІВСЬКИЙ Є.Р., магістрант гр. TP-01mp</i>	
<i>Керівник - доц., к.е.н. Караєва Н.В.</i>	
Моделювання поширення низькочастотних електричних та магнітних полів енергетичного обладнання у приміщеннях та на територіях.	260
<i>КУЖАВСЬКИЙ Д.С., магістрант гр. ТМ-01mp</i>	

<i>Керівник - доц., к.т.н. Левченко Л.О.</i>	
Аналіз веб-платформ дистанційного навчання.	262
<i>КОЛОДА В.Є., магістрант гр. ТВ-301мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Ходаковський О.В.</i>	
Інструментальні засоби виявлення дорожньо-транспортних пригод.	264
<i>ГРИКУН П.І., магістрант гр. ТВ-301мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.е.н. Гусєва І.І.</i>	
Характеристика методів нормування показників у контексті розробки системи моніторингу індикаторів сталого розвитку.	266
<i>АГАФОНОВА С.В., магістрант гр. ТВ-301мп</i>	
<i>Керівник - доц., к.е.н. Караєва Н.В.</i>	
Fuzzy logic methods for territory's sustainable development risk assessment .	268
<i>TULUK A.S., master гр. TP-02мп</i>	
<i>Scientific chief - assoc.prof., cand.econ.sc. Karaieva N.V.</i>	
Research of features of influence of electromagnetic fields of ultrahigh and higher frequencies on workers.	270
<i>KOZACHUK A.D., master гр. ТВ-01мп</i>	
<i>Scientific chief - assoc.prof., cand.tech.sc. Khodakovskiyi O.V.</i>	
Методика оцінки спалених пожежами територій за космічними знімками.	272
<i>ЧОРНИЙ О.О., студент гр. ТМ-72</i>	
<i>Керівник - ст.викл. Бандурка О.І.</i>	
Інструментальні засоби розпізнавання поведінки за кермом.	274
<i>САРАФАННИКОВ О.В., студент гр. ТМ-71</i>	
<i>Керівник - доц., к.т.н. Гусєва І.І.</i>	
Інформаційне забезпечення аналізу часових змін лісових масивів.	276
<i>ОНИЩЕНКО Р.С., студент гр. ТМ-72</i>	
<i>Керівник - ст.викл. Бандурка О.І.</i>	
Підсистема обліку та аналізу стану кадрового забезпечення.	278
<i>ЛУТАЙ Є.Л., студент гр. ТІ-71</i>	
<i>Керівник - асист., к.е.н. Гусєва І.І.</i>	
Система моніторингу рівня глобальних ризиків.	280
<i>ЛЕСИК М.О., студент гр. ТМ-72</i>	
<i>Керівник - доц., к.е.н. Караєва Н.В.</i>	
Пошукова GIS система екологічно небезпечних промислових об'єктів.	282
<i>ЛАСКАВИЙ О.О., студент гр. ТМ-71</i>	
<i>Керівник - ст.викл. Бандурка О.І.</i>	
Система кластеризації території України за рівнем екологічної безпеки.	284
<i>ДІБРОВА А.В., студент гр. ТМ-71</i>	
<i>Керівник - ст.викл. Бандурка О.І.</i>	
Інформаційна система оцінки ризику впливу від повенів.	286
<i>БАРАБАШ В.І., студент гр. ТМ-72</i>	
<i>Керівник - ст.викл. Бандурка О.І.</i>	
Recognition tools and data processing of two-dimensional image.	288
<i>SKYBA N.V., master гр. ТІ-72</i>	
<i>Scientific chief - assoc.prof., cand.econ.sc. Husyeva I.I.</i>	
Застосування ІТ-технологій в електроенергетиці.	290
<i>КРИВДА Д.О., студент гр. ТВ-91</i>	
<i>Керівник - доц., к.е.н. Кривда О.В.</i>	

ПОКАЖЧИК АВТОРІВ ДОКЛАДІВ

- Herashchenko O.O. 64
Hriaziuk V.O. 249
Hrytchuk I.T. 247
Husyeva I.I. 288
Karaieva N.V. 268
Khodakovskiy O.V. 270
Kozachuk A.D. 270
Kuzminykh V.O. 217, 235, 245, 247, 249
Liubytskyi S.V. 64
Polino V.O. 235
Potapov D.V. 245
Savinov I. A. 217
Skyba N.V. 288
Tarnavskiy Y.A. 233
Tashu A.A. 233
Tuluk A.S. 268
Агаркова Д.А. 118
Агафонова С.В. 266
Андреєнко І.В. 159
Антонюк А.М. 204
Арзікулов Т.С. 20
Аушева Н.М. 123, 125, 129, 133, 135, 141, 151, 153
Бабич О.Д. 50
Баган Т.Г. 6, 22, 50
Багінський В.О. 18
Бандурка О.І. 272, 276, 282, 284, 286
Барабаш В.І. 286
Барабаш О.В. 121, 131, 155, 157, 159
Бараніченко О.М. 166
Батін О.О. 186
Батюк С.Г. 74, 82, 88, 96
Бевза Д.В. 215
Безуглий Р.О. 22
Бельдій В.І. 104
Білека Я.О. 48
Бірбус Н.А. 231
Бобіна О.А. 52
Бондаренко Є.Д. 157
Бочок В.О. 184
Бунке О.С. 52
Бунь В.П. 36, 44, 66, 98
Буренок А.І. 229
Варава І.А. 164
Ващенко І.В. 54
Величко Д.В. 155
Висовень Д.Д. 227
Волощук В.А. 8, 12
Воротинцев А.А. 56
Гаврилко Є.В. 243
Гаврилова О.Д. 58
Гавриляк О.В. 182
Гавриш А.С. 116, 118
Гагарін О.О. 164, 182, 188, 192, 194, 196, 202
Гапонова Є.В. 60, 62
Герасимчук В.Ф. 141
Голінко І.М. 24, 32, 34, 78
Головатий М.С. 96
Гончар А.С. 116
Горбенко О.Ю. 125
Городецький М.В. 139
Городній Ю.С. 106
Грикун П.І. 264
Гритчук Д.Т. 6
Грудзинський Ю.Є. 20, 102, 112
Гуковський В.Г. 243
Гуменний А.А. 123
Гусейнов Р.Н. 137
Гусева І.І. 264, 274, 278
Денисенко О.С. 108
Дешко В.І. 252
Джумік Б. І. 66
Діброва А.В. 284
Євтушенко А.М. 164
Єлісеєва Т.Ю. 68
Жученко Л. К. 8
Загребельна А.С. 241
Заїчко О.П. 180
Заковоротний О.І. 129
Захарченко А.С. 10
Заяц К.В. 202
Зінченко О.В. 256
Іванов В.О. 200
Інамов С.В. 213
Каліка Б.М. 135
Калуга Б.В. 110
Караєва Н.В. 258, 266, 280
Кардашов О.В. 133
Карпенко С.Г. 204
Касьянов А.С. 145, 149
Кіреєв М.О. 70
Кісуркін К.Є. 72
Коваленко А.С. 131
Коваленко Д.Р. 178
Ковалик А.С. 239
Коваль О.В. 209, 219
Ковальчук А.М. 227
Козак О.А. 198
Колода В.Є. 262

Колумбет В.П. 121
 Коротинський А. П. 8
 Костючик О.А. 118
 Кривда Д.О. 290
 Кривда О.В. 290
 Криштапович І.О. 211
 Круглий Д.В. 176
 Крячок О.С. 168
 Кублій Л.І. 172, 174, 184, 190, 198, 206
 Кужавський Д.С. 260
 Кузьменко І.М. 229, 231
 Кузьмініх В.О. 213
 Кучинська К.А. 112
 Лабжинський В.А. 200
 Лавренюк В.В. 209
 Ларіна К.Ю. 60
 Ласкавий О.О. 282
 Левченко Л.О. 260
 Лесик М.О. 280
 Лігоцький А.О. 24
 Лобзов Н.С. 74
 Логвінська К.А. 114
 Локотарьов Є.О. 225
 Лутай Є.Л. 278
 Любицький С.В. 46, 48, 70
 Лядишев Д.К. 76
 Малашенко В.В. 78
 Маріяш Ю.І. 14,
 Марюхін М.О. 26
 Матіяшук В.А. 80
 Мельничук В.І. 127
 Меренков Д.М. 153
 Михалько В.Г. 174
 Мусієнко Д.І. 223
 Наумчук О.С. 252
 Некрашевич О.В. 12, 30, 38, 68, 92
 Некрасов М.В. 28
 Новіков П.В. 4, 26, 62
 Ноженко К.Д. 104
 Огурцова В.В. 30
 Олійник О.Ю. 108
 Онисько А.І. 237
 Онищенко Д.В. 32
 Онищенко Р.С. 276
 Орихівський Є.Р. 258
 Отрох С.І. 137, 143, 147, 161
 Панасенко Ю.А. 82
 Перегуда К.Д. 84
 Петренко Д.Д. 114
 Плєскач О.А. 86
 Погребецький М.С. 34
 Полєнова В.А. 196
 Поліщук В.О. 88
 Поліщук І.А. 40, 72, 86, 90, 94
 Полтавцева В.І. 161
 Редько В.І. 151
 Рожко Т.Ю. 149
 Рудь О.О. 90
 Садик Н.А. 36
 Сарафанніков О.В. 274
 Сасько М.М. 237
 Сєгеда І.В. 221, 223, 225, 241
 Сємацька А.А. 92
 Сидоренко Ю.В. 127, 139
 Сіколенко Е.В. 172
 Скидан П.Є. 38
 Смирнов В.С. 4, 106
 Смірнов Д.С. 170
 Стельмах В.Р. 94
 Степанець О.В. 10, 14, 16, 18, 76, 84, 100
 Сушко Д.А. 168
 Тарелкіна М.О. 194
 Тарнавський Ю.А. 211, 215
 Темчур В.С. 40
 Титенко С.В. 176, 178, 180
 Ткаченко Р.О. 206
 Феденко В.А. 192
 Федорова Н.В. 256
 Федорова Ю.Є. 190
 Фурман В.Д. 188
 Хандусь Я.С. 42
 Ходаковський О.В. 254, 262
 Хоменко О.М. 256
 Христенко Д.О. 98
 Чорний О.О. 272
 Чумак Н.Р. 254
 Шаповал В.О. 221
 Шаповалова С.І. 166, 170
 Шарко О.С. 44
 Швайко В.Г. 186
 Шевела І.Ю. 147
 Шиндилюк М.В. 100
 Шишков Б.А. 102
 Шрам Д.О. 16
 Штіфзон О.Й. 28, 42, 54, 56, 58, 80, 110
 Шукюров Р.Р. 145
 Шушура О.М. 239
 Щур В.Є. 143
 Юрченко Б.О. 219
 Юрченко Р.О. 143
 Ятченя М.Ю. 46

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Свідоцтво про державну реєстрацію: серія ДК № 5354 від 25.05.2017 р.
просп. Перемоги, 37,
м. Київ, 03056

Підп. до друку 26.04.2021. Формат 60×841/16. Папір офс. Гарнітура Times.
Спосіб друку – електрографічний. Ум. друк. арк. 17,67. Обл.-вид. арк. 25,13. Наклад 10 пр.
Поз. 21-3-3-004. Зам. № 21-051.

Видавництво «Політехніка» КПІ ім. Ігоря Сікорського
вул. Політехнічна, 14, корп. 15
м. Київ, 03056
тел. (044) 204-81-78