

Міністерство освіти і науки України

Державний вищий навчальний заклад
«Донецький національний технічний університет»



«ТАК»

Телекомунікації, автоматизація,
комп'ютерно-інтегровані та інформаційні технології

Збірка доповідей Всеукраїнської науково-практичної
конференції молодих учених
(Покровськ, 1-2 грудня 2021 р.)

Покровськ
ДВНЗ «ДонНТУ»
2021

Рекомендовано до видання Вченою радою ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Редакційна колегія:

Вікторія Воропаєва, к.т.н., проф., проректорка з науково-педагогічної роботи ДонНТУ;
Марина Ступак, пров. інженер, аспірантка кафедри автоматики та телекомунікацій ДонНТУ;

Гліб Ступак, ст. викл. кафедри автоматики та телекомунікацій, керівник мережної академії Cisco ДонНТУ, голова клубу підприємництва YEP!Club DNTU;

Едуард Петелін, к.т.н., доц., декан факультету комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації ДонНТУ;

Іван Лактіонов, д.т.н., доц., завідувач кафедри автоматики та телекомунікацій, ДонНТУ;

Валерій Поцєпаєв, к.т.н., доц., доцент кафедри автоматики та телекомунікацій ДонНТУ;

Ольга Дмитрієва, д.т.н., проф., завідувачка кафедри прикладної математики і інформатики, ДонНТУ;

Олександр Вовна, д.т.н., проф., академік Академії Метрології України, завідувач кафедри електронної техніки, ДонНТУ;

Анатолій Зорі, д.т.н., проф., професор кафедри електронної техніки ДонНТУ;

Олександр Колларов, к.т.н., доц., завідувач кафедри електричної інженерії ДонНТУ;

Святослав Василець, д.т.н., доц., професор кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне;

Семен Батир, к.т.н., провідний інженер-розробник Ring Ukraine;

Володимир Ставицький, к.т.н., інженер-програміст вбудованих систем, ТОВ «РЗА СИСТЕМЗ».

Відповідальність за зміст, новизну та оригінальність наданого матеріалу несуть автори.

Т 15 **«ТАК»:** телекомунікації, автоматика, комп'ютерно-інтегровані технології:
зб. доповідей Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених, 1-2 грудня 2021 р. /
ДВНЗ «ДонНТУ»; відп. ред. М.В. Ступак. – Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2021.
– 183 с.

До збірника увійшли матеріали доповідей, представлених на Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених «ТАК»: телекомунікації, автоматика, комп'ютерно-інтегровані технології. Конференція проводилася кафедрою автоматики та телекомунікацій (АТ) ДВНЗ «Донецький національний технічний університет».

У збірнику представлені результати досліджень та розробок молодих вчених із технічних вузів та наукових закладів України.

Збірник призначений для викладачів, аспірантів і студентів вищих технічних навчальних закладів, а також фахівців з телекомунікацій, автоматизації, інформаційних та комп'ютерно-інтегрованих технологій, електротехніки та електромеханіки.

УДК 621.39+681+004

© ДВНЗ «ДонНТУ», 2021

СЕКЦІЯ 1

«Телекомунікації та інформаційна безпека»

ГЕНЕРАЦІЯ СТЕГОКОНТЕЙНЕРІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ КАНАЛІВ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

*Шевченко Н. Ю., к.е.н, доцент, natalygustav@gmail.com;
Парамонова К. О., магістрант, ekaterinaparamonova5230@gmail.com
Донбаська державна машинобудівна академія,
м. Краматорськ, Україна*

Питання захисту інформаційних потоків під час їх передачі каналами зв'язку займає провідну позицію у процесі забезпечення інформаційної безпеки. Для збереження конфіденційності інформації традиційно використовують два способи програмного захисту: криптографічні та стеганографічні методи. Сутність криптографічного захисту полягає в тому, що інформація зашифровується певним алгоритмом в нечитабельний формат [1]. Стеганографічний захист — це приховування самого факту існування інформації шляхом вбудовування її в цифрові об'єкти (контейнери) [2].

Для забезпечення більшої надійності даних, що передаються, доцільно забезпечити як їх шифрування, так і приховування.

В загальному випадку стегосистему можна представити як сукупність контейнерів, повідомлень та перетворень, що їх зв'язують. Припустимо, що в якості повідомлення передаються згенеровані випадковим чином дані: логін і пароль. В якості візуальних контейнерів можна використовувати стохастичні фрактали, а шифрування даних здійснювати методом RSA. Далі зашифроване повідомлення ховається в молодших бітах зображення-фрактала і передається каналами відкритого зв'язку.

Отже, алгоритмічна модель для безпечної передачі даних через відкритий канал зв'язку передбачає реалізацію п'яти етапів: генерація логіна і пароля; побудова стохастичного фрактала «Плазма»; шифрування логіна і пароля алгоритмом RSA; приховування зашифрованого повідомлення в молодших бітах зображення-фрактала методом LSB (Least Significant Bits); відправлення зображення на електронну адресу користувача; розшифрування та витягування логіну та паролю з фрактала «Плазма».

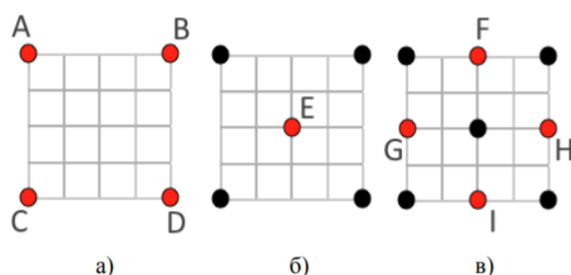


Рисунок 1. Алгоритм Diamond Square
(а) висота в кутових точках; б) значення в центральній точці; в) значення на середині сторін)

Для побудови стохастичного фракталу «Плазма» використовується алгоритм Diamond Square [3]. Спочатку чотирьом кутам квадрата присвоюються випадкові величини. Після того, як задані кордони квадрата, він розбивається на чотири рівних квадрати, в кожному з яких відомо значення одного з кутів. Значення висоти центральної точки — сума

усереднення висот всіх чотирьох кутових точок і випадкового значення (шуму).

Алгоритм RSA складається з 4 етапів: генерації ключів, шифрування, розшифрування та розповсюдження ключів. Безпека алгоритму RSA побудована на принципі складності факторизації цілих чисел. Алгоритм використовує два ключі — відкритий (public) і закритий (private), разом відкритий і відповідний йому закритий ключі утворюють пари ключів (keypair). Якщо повідомлення було зашифровано відкритим ключем, то розшифрувати його можна тільки відповідним закритим ключем.

Сутність методу заміни найменш значущого біта LSB полягає в приховуванні інформації шляхом зміни останніх бітів зображення, які кодують колір на біти приховуваного повідомлення. У форматі BMP зображення зберігається як матриця значень відтінків кольору для кожної точки зображення.

Для реалізації наведеного алгоритму приховування та шифрування даних був спроектований та розроблений відповідний програмний модуль.

Приклад роботи модуля наведений на рис. 2.

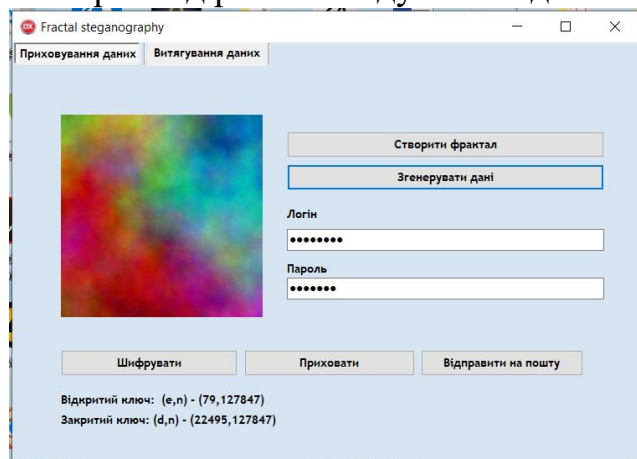


Рисунок 2. Генерація логіну та паролю

На вкладинці «Приховування даних» проходить повний цикл дій для отримання готового зображення з зашифрованими даними для ролі «Відправник». На початку треба натиснути на кнопку «Створити фрактал» для генерації стохастичного фрактала «Плазма». Після відображення фракталу на формі для генерації логіну та паролю потрібно натиснути на кнопку «Гене-

рувати дані». Дані невидимі для відправника, захищені зірками. Наступним кроком циклу дій для отримання готового зображення з зашифрованими даними (приховування даних) буде шифрування логіну та паролю методом RSA. Для цього треба натиснути на кнопку «Шифрувати». Після цієї дії нижче кнопки з'являється відкритий та закритий ключі. Закритий ключ передається користувачу через захищений канал зв'язку. Після шифрування треба натиснути на кнопку «Приховати». Відбудеться приховування даних у останні біти згенерованого раніше фракталу методом LSB, растрівання та зберігання зображення. Для відправки збереженого зображення на електронну пошту треба натиснути на кнопку «Відправити на пошту».

На вкладинці «Витягування даних» проходить повний цикл дій для отримання логіна та пароля для ролі «Отримувач». На початку треба перейти до своєї електронної пошти та знайти там відповідне повідомлення з прикріпленим зображенням (рис. 3). Повідомлення повинно мати: тему

«Фрактал», текст, який надрукував «Відправник», а також прикріплений малюнок стохастичного фрактала «Плазма».

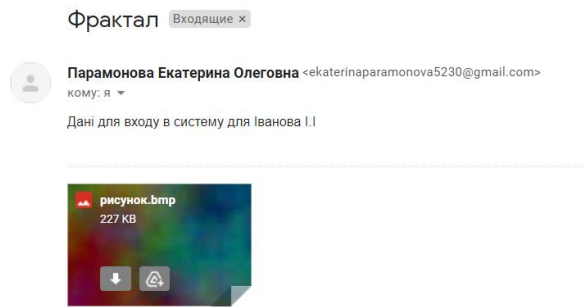


Рисунок 3. Повідомлення, яке прийшло на e-mail отримувача

Далі потрібно натиснути на кнопку «Дешифрування» для того, щоб система почала витягувати дані з зображення, а потім дешифрувати за допомогою закритого ключа. Після описаних вище дій в полях «Логін» та «Пароль» з'являться передані користувачеві вхідні дані. Отже, в умовах необхідності підвищення інформаційної безпеки даних, що передаються відкритими

каналами зв'язку, наприклад електронною поштою, доцільно поєднувати криптографію із стеганографією, генеруючи при цьому для підвищення якості приховування даних контейнери-стохастичні фрактали.

Література

1. Криптографія [Електронний ресурс]. — URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/bitstream/123456789/6169/1/1.pdf>.
2. Комп'ютерна стеганографія [Електронний ресурс]. — URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/23826/4/Romanchuk_magistr.pdf.
3. Алгоритм Diamond Square [Електронний ресурс]. — URL: http://wiki-org.ru/wiki/Алгоритм_Diamond-Square.

Анотація

Наведений алгоритм підвищення інформаційної безпеки даних, що передаються відкритими каналами зв'язку, який передбачає реалізацію декількох етапів: генерацію логіна і пароля; побудову стохастичного фрактала «Плазма»; шифрування логіна і пароля алгоритмом RSA; приховування зашифрованого повідомлення в молодших бітах фрактала методом LSB.

Ключові слова: криптографія, стеганографія, стохастичний фрактал.

Аннотация

Приведен алгоритм повышения информационной безопасности данных, которые передаются открытыми каналами связи, который предусматривает реализацию нескольких этапов: генерацию логина и пароля; построение стохастического фрактала «Плазма»; шифрование логина и пароля алгоритмом RSA; сокрытие зашифрованного сообщения в младших битах изображения-фрактала методом LSB.

Ключевые слова: криптография, стеганография, стохастический фрактал.

Abstract

An algorithm over of increase of informative safety of data that is passed by open communication channels is brought, that envisages realization of several stages: generation of login and password; a construction of stochastic fractal is Plasma; encipherment of login and password by the algorithm of RSA; hiding of in cipher report in the junior bats of image-fractal by the method of LSB.

Keywords: cryptography, steganography, stochastic fractal.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ VPN НА БАЗІ MPLS-ТЕХНОЛОГІЙ

Чистик І.М., студент, група ТКРм-20, ivan.chystyk@donntu.edu.ua

Воропаєва А.О., к.т.н., доцент, anna.voropaieva@donntu.edu.ua

*Донецький національний технічний університет,
м. Покровськ, Україна*

Потреба у використанні віртуальної приватної мережі(VPN) зараз виникає як у звичайного користувача, який хоче створили безпечне з'єднання для власних цілей, так і у великих корпорацій, підрозділи яких знаходяться на великій відстані один від одного для безпечного обміну цінною інформацією. Існує декілька шляхів створення та надання такої послуги. Побудова VPN на базі мультипротокольної комутації за мітками(MPLS) є одним із найбільш вдалих рішень, оскільки має ряд вагомих переваг з точки зору процесу створення, обслуговування та отриманого результату. Можливість роботи на різних типах середовища передачі даних, різних поколінь та типів зумовлена особливістю MPLS і рівнях моделі OSI, на яких і відбувається процес налаштування, незалежно від фізичного і каналного рівнів. Тому в даній статті приведене дослідження особливостей організації VPN на базі MPLS-технологій та її налаштування.

До кожного об'єкта віртуального маршрутизатора(VRF – англ. Virtual Routing and Forwarding)на кожному граничному маршрутизаторі провайдера(PE) прив'язується дві множини атрибутів ідентифікаторів, що описують правила експорту та імпорту(RT): import та export. Множина може містити один чи більше атрибутів RT. Правила розподілу маршрутної інформації виглядають наступним чином:

Всі маршрути, отримані від граничного маршрутизатора клієнта(CE), що належать VRF X, передаються іншим PE з додаванням безлічі атрибутів RT "export" VRF X.

Маршрут, отриманий від іншого PE, буде доданий до VRF-таблиці Y, тільки якщо безліч RT атрибутів отримане з маршрутом і безліч "import" VRF- Y мають хоча б один загальний атрибут.

Таблиця 1 – Конфігурація VRF на PE1

VRF	import	export	значення RD
A	1:1, 2:1	2:1	6:1
B	1:1, 3:2	3:2	7:2
C	2:2, 3:1, 4:5	6:2, 6:4	7:1

Маршрутизатор PE1 отримує по граничному протоколу шлюзу(iBGP) від маршрутизатора PE2 інформацію про маршрути VPN

Таблиця 2 – Маршрутна інформація, що отримується PE1 від PE2 по BGP

Префікс	Атрибути RT	Next-hop	VPN-label
8:1:10.2.1.0/24	4:2, 2:1	172.16.1.1	100
8:1:10.2.1.0/24	3:1	172.16.1.1	200
8:3:172.16.1.0/24	1:1, 7:1	172.16.1.1	300

Значення атрибута next-hop однакове у всіх маршрутів, тому що маршрутна інформація отримана від PE2 і це віртуальний інтерфейс PE2, від якого організовується сесія iBGP

З таблиці видно, що маршрути VPN є парою «дискримінатор маршрутної інформації(RD):префікс». Префікси 8:1:10.2.1.0/24 та 8:2:10.2.1.0/24 відрізняються лише значенням RD, отже різні маршрути, належать різним VPN і мають різний набір атрибутів. RT префікси розподіляються за таблицями маршрутизації наступним чином:

- 8:1:10.2.1.0/24 - VRF A, оскільки RT 2:1 входить до множини import VRF A.;
- 8:2:10.2.1.0/24 - VRF C, оскільки RT 3:1 входить до множини import VRF C;
- 8:3:172.16.1.0/24 - VRF A і B, тому що RT 1:1 входить у безліч import VRF A і B.

Таблиця 3 - Таблиця маршрутизації VRF на PE1

VRF-таблиця	Протокол	Префікс	Вихідний інтерфейс	Next-hop	Мітки для комутації
A	iBGP	10.2.1.0/24	Int3	172.16.1.1	100/1001
A	iBGP	172.16.1.0/24	Int3	172.16.1.1	300/1001
A	OSPF	10.1.1.0/24	Int2	CE1	Hi
B	iBGP	172.16.1.0/24	Int3	172.16.1.1	300/1001
B	OSPF	10.3.1.0/24	Int1	CE2	Hi
C	iBGP	10.2.1.0/24	Int3	172.16.1.1	200/1001
C	RIP	10.1.1.0/24	Int0	CE3	Hi

Значення мітки при комутації пакета від PE1 до PE2, дорівнює 1001. Тобто мітка 1001 визначає шлях перемикання міток(LSP) від PE1 до PE2. При проходженні через MPLS домен, VPN пакетам призначаються мітки: зовнішня, що визначає LSP між PE та внутрішня, що визначає VRF або інтерфейс на PE, до якого приєднаний абонент.

Таким чином, IP пакету, проходячи від CE1, призначається стек з двох міток: внутрішня 100 - ідентифікатор VRF на PE2 і "зовнішня" 1001, що визначає LSP до PE2.

Також префіксам 10.2.1.0/24 у різних VRF-таблицях (А та С) встановлюється різні "внутрішня" мітка. Це означає, що IP пакет, призначений для підмережі 10.2.1.0/24, прийде від CE1, його буде направлено далі з "внутрішньою" міткою 100, а прийшов від CE3 з "внутрішньою" міткою 200, тому ці пакети потраплять у різні VRF на PE2 і, відповідно, будуть направлені різним CE. Таким чином, MPLS/VPN дозволяє об'єднувати вузли з адресними просторами, що перетинаються, в різні VPN.

Розглянемо приклад маршрутної інформації, що передається від PE1 до PE2 за протоколом BGP. PE1 отримує, від підключених до нього CE, три префікси. Кожен префікс належить певному VRF, кожному префіксу призначається RD і безліч атрибутів RT. Мітка призначається автоматично залежно від режиму призначення міток: або VRF, або інтерфейсу, через які отримано маршрут. Оскільки VPN маршрути утворюються на PE1, то значення атрибута next-hop встановлюється рівним 172.16.1.2 - віртуальний інтерфейс, від якого PE1 встановлює iBGP сесію.

Таблиця 4 – Маршрутна інформація, що передається по BGP від PE1 до PE2

Джерело маршруту	VRF	Префікс	Префікс+RD	Заданий RT	Задана VPN мітка	Next-hop
CE1	A	10.1.1.0/24	6:1:10.1.1.0/24	2:1	200	172.16.1.2
CE2	B	10.3.1.0/24	7:2:10.3.1.0/24	3:2	400	172.16.1.2
CE3	C	10.1.1.0/24	7:1:10.1.1.0/24	6:2,6:4	100	172.16.1.2

PE1 отримує маршрут 10.1.1.0/24 від двох CE (CE1 і CE3), але ці CE належать різним VRF, тому префіксам призначаються різні RD, безліч RT і VPN мітка. Серед переваг організації VPN на базі MPLS можна виділити:

- масштабованість;
- можливість перетину адресних просторів, вузлів підключених до різних VPN;
- ізоляція трафіку VPN один від одного на другому рівні моделі OSI.

Стисло підсумки даної роботи можна описати так: передача VPN пакетів через MPLS домен відбувається з двома мітками - "зовнішньої" та "внутрішньої", які визначають LSP від одного PE до іншого та LSP від одного PE до іншого відповідно, а правила імпорту маршрутної інформації задаються значенням множин VRF import і export.

Література

1. MPLS – режим доступу до ресурсу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/MPLS>
2. Организация VPN на базе MPLS – режим доступу до ресурсу: <https://docstore.mik.ua/manuals/ru/mpls/testbed1.html>
3. Configuring a Basic MPLS VPN – режим доступу до ресурсу: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/multiprotocol-label-switching-mpls/mpls/13733-mpls-vpn-basic.html>

Анотація

Розвиток світу інформаційних технологій, збільшення послуг і, відповідно, вимог до компаній від клієнтів задає необхідність у створенні зручного, надійного та ефективного рішення створення безпечного доступу до мережі. Організація VPN на базі MPLS-технологій відповідає всім цим критеріям.

Ключові слова: MPLS, VPN

Аннотация

Развитие мира информационных технологий, увеличение услуг и, соответственно, требований к компаниям от клиентов задает необходимость в создании удобного, надежного и эффективного решения создания безопасного доступа к сети. Организация VPN на базе MPLS-технологий отвечает всем этим критериям.

Ключевые слова: MPLS, VPN

Abstract

The development of the world of information technology, the increase in services and, accordingly, the requirements for companies from customers make it necessary to create a convenient, reliable and effective solution for creating secure access to the network. The organization of VPN based on MPLS technologies meets all these criteria.

Keywords: MPLS, VPN

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ В УМОВАХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВОКЗАЛІВ

Трусь М.Ю., студент, бакалавр, mykhailo.trus.kita@donntu.edu.ua;

Жуковська Д.О., асистент, daria.zhukovska@donntu.edu.ua

Донецький Національний технічний університет,

м. Покровськ, Україна

Щодня вокзали зустрічають та проводжають пасажирів різних міст та країн. Залізничні станції реставрують, модернізують і стають візитною картою міста. Залізничний вокзал – це одна з основних складових інфраструктури міста, а отже загрози різного ступеня збільшили актуальність забезпечення безпеки. Однією із сфер, що потребує посилення безпеки, є охоплення території скупчення користувачів громадського транспорту на залізничному вокзалі. Нові системи відеоспостереження допомагають запобігти актам насильства та тероризму на залізничних станціях та вокзалах. Камери відеоспостереження також допомагають стримувати вандалізм та злочинність, надаючи пасажирам додатковий рівень безпеки [1].

Також слід врахувати той факт, що найчастіше територія залізничного вокзалу має унікальний архітектурний дизайн, який необхідно зберегти під час встановлення нового обладнання. У зв'язку з цим на даних об'єктах потрібне застосування особливих систем безпеки, які мають наступні можливості:

- забезпечення максимальної безпеки завдяки гнучкій інтелектуальній системі відеоспостереження, яка налаштовується, здатна розпізнавати нестандартні дії: залишені речі, знаходження людей у зонах, де їм не слід знаходитися тощо;
- камери відеоспостереження повинні мати високу роздільну здатність (2 – 5 Мп), щоб забезпечити можливість розпізнавання осіб та автомобільних номерів та здійснювати звірку отриманих даних з базою;
- відеокамери та датчики бездротового типу, що забезпечують встановлення без прокладання кабельних ліній зв'язку та найменшого порушення інтер'єру;
- можливість поєднання об'єктів спостереження в єдину систему моніторингу.

Дослідження сучасних систем забезпечення відеоспостереження на залізничних вокзалах демонструють високий рівень планування та проектування даних систем, а саме: вирішувати різні завдання для різних зон на об'єкті, тому у складі систем безпеки використовується широкий спектр функцій відеоаналітики (зазвичай від різних розробників). При розпізнаванні осіб на таких об'єктах залежно від завдань визначається пріоритет максимально високої точності спрацьовування систем або мінімальної ймовірності помилкового спрацьовування. З розпізнаванням номерів автомобілів

на прилеглих територіях ситуація простіша – такі сучасні алгоритми здатні показувати непогані результати навіть у складних умовах. Ще одним важливим моментом є рішення збору та опрацювання відеоаналітики, так як необхідно мати зображення стабільне та дуже хорошої якості, незалежно від зовнішніх умов. Тому до підбору камер слід підходити особливо ретельно. Потрібний результат здатні забезпечити лише професійні, перевірені рішення. Варіант із дешевим обладнанням, яке демонструє високі характеристики не спрацьовує [2].

Отже, детальний аналіз використання різних рішень та обладнання, порівняльна характеристика типів, виявлені переваги та недоліки наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика сучасних рішень для систем відеоспостереження

Тип	Характеристики	Переваги	Недоліки
PTZ камера	- кут повороту 175°; - вага 1,5 кг; - приближення 20х; - живлення 12V 1,3A (від джерела живлення PoE+) від 42 - 57V 0.5A; - кут нахилу 90°; - габарити 160 x 186 x 179 мм.	- великий кут огляду; - масштабовані кадри; - відеозйомка за маршрутом; - автоматичне керування; - скорочення вартості системи.	- висока вартість; - частіше обслуговування; - індивідуальне ПЗ.
Камери з мікрофоном	- кут огляду 102°; - вбудований мікрофон; - microSD до 256 Гб; - підсвічування 30 м; - габарити 147 x 74 x 74 мм.	- висока якість зображення, велике розширення та передавання відеокадрів; - можливість перегляду дистанційно; - зберігання даних на носіях або з використанням хмарних технологій; - високий ступінь захисту; - передбачає стискування файлів для економії пам'яті; - керування камерою на дистанції.	- висока ціна; - без ретрансляторів дальність установки камери від головного комп'ютера набагато нижча ніж у аналогових; - складність установки, програмування, монтажу та обслуговування.
4K	- 8 Мп; - дальність ІЧ-підсвічування 30 м; - кут огляду 102°; - габарити 111x82.	- відмінна якість з більш чітким зображенням;	- висока ціна.

		- діапазон покриття набагато ширший завдяки більш широким лінзам; - збереження деталей навіть після цифрового збільшення; - першокласна система, відповідає майбутнім стандартам дозволу.	
Full HD	- до 2 Мп; - фокусна відстань 3.6 мм; - оптичний зум відсутній; - інфрачервона підсвітка (IR) до 30 м; - клас захисту IP66; - висока надійність та вологостійкість.	- більш легкий монтаж; - при модернізації необхідно лише замінити камери та відеореєстратор; - відстань між камерою і реєстратором у форматі HD SDI обмежена сильніше, ніж у CCTV; - низька затримка відеосигналу; - більш висока якість «живого» відео.	- відеореєстратори HD SDI значно дорожчі за IP відеореєстратори; - одна камера – один кабель (живлення та коаксіал); - відсутність можливості дивитися відео з камери без спеціалізованих пристроїв.
IP-камери (ситуаційна та біометрична аналітика)	- світлочутливість визначається рівнем мінімального освітлення; - роздільна здатність діапазоні від VGA (640*480) до 10 мегапікселів, формати (1280*720 та 1920*1080) є широкоформатними, решта мають співвідношення сторін 4:3; - CCD або CMOS матриці; - формування відеопотоку від 5 до 25-30 кадрів/сек; - живлення PoE; - ІЧ-підсвічування та режим день/ніч; - формати стиснення MJPEG, MPEG4, H264;	- можливість встановлення програмного додатка на IP-камеру, великий вибір моделей камер та програмного забезпечення; - оозпізнавання автомобільних номерів, типу, кольору, бренду, моделі автомобіля; - штучний інтелект, поява нових процесорів для зняття відеоаналітики; - зберігання відеоархіву не навантажується декомпресією відеопотоків та виконанням алгоритмів відеоаналізу; - мінімальні вимоги до пропускної здатності мережі;	- інтеграція програми та API займає більше часу та дорожче в ціновій політиці; - типи відеоаналітики обмежені; - складність інтеграції зі стороннім програмним забезпеченням.

	- можливість вбудованих динаміка та мікрофона;	- простота налаштування та обслуговування, аналітика на камері інтегрована з програмним забезпеченням.	
--	--	--	--

Сучасні системи відеоспостереження повинні забезпечувати виявлення осіб, розпізнавання осіб з їх ідентифікацією, виявлення предметів за закладеними ознаками: людських фігур, предметів, описаних заздалегідь формою (автомобілів, устаткування, предметів побуту та виробництва); виявлення та розпізнавання автономерів; виявлення диму та полум'я; контроль залишених предметів. Всі ці вимоги можуть охоплювати 4К камери. Камери 4К доцільні для застосування на великих просторах та в місцях значного скупчення людей (касові зали, зали очікування). Це дозволить більш детально фіксувати факти та оцінювати навколишню ситуацію під час скоєння крадіжок та інших протиправних дій. Використання панорамних камер високої роздільної здатності дозволить знизити загальну кількість відеокамер.

Комплекс інтелектуальних модулів для обслуговування (електронні черги, контроль активних зон, касові модулі аналітики), що повинен мати можливість обробляти інформацію як в архіві, так і в онлайн режимі дозволяють організувати в більшій мірі камери з мікрофоном та ІР-камери, що дозволяють виконувати ситуаційну та біометричну аналітику.

В майбутньому, при розробці платформ які будуть підтримувати безліч різних функцій – вбудована підтримка безпроводових технологій (4G, Wi-Fi та Bluetooth), глибоке навчання, відеоаналітики, забезпечення кібербезпеки як самих систем відеоспостереження на локальному рівні, та і в глобальних масштабах, то найкращим вибором серед представлених рішень стане використання ІР-камер.

Література

1. Скалозуб, В. В. Прикладной системный анализ интеллектуальных систем транспорта [Текст]: пособие / В. В. Скалозуб, В. М. Ильман. – Д. : Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2013. – 221 с.
2. Жукова П.Н., Насонова В.А., Прокопенко А.Н. Обеспечение безопасности на объектах транспортной инфраструктуры посредством использования систем видеонаблюдения и видеоаналитики // ППД. 2015. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-bezopasnosti-na-obektah-transportnoy-infrastruktury-posredstvom-ispolzovaniya-sistem-videonablyudeniya-i> (дата обращения: 23.11.2021).

Анотація

В роботі виділені проблеми забезпечення безпеки та контролю за територією залізничних вокзалів, проведено аналіз типів і складових сучасних системи відеоспостереження, відеокамер, пристроїв обробки відеосигналів. Наведені короткі характеристики деяких систем відеоспостереження та розглянуті рішення про введення інтелектуальних автоматизованих систем.

Ключові слова: залізничний вокзал, відеоспостереження, відеокамера, відеоаналітика, безпека, інтелектуальна система.

Аннотация

В работе выделены проблемы обеспечения безопасности и контроля за территорией железнодорожных вокзалов, проведен анализ типов и составляющих современных системы видеонаблюдения, видеокамер, устройств обработки видеосигналов. Приведены краткие характеристики некоторых систем видеонаблюдения и рассмотрены решения по вводу интеллектуальных автоматизированных систем.

Ключевые слова: ТАК, железнодорожный вокзал, видеонаблюдение, видеокамера, видеоаналитика, безопасность, интеллектуальная система.

Abstract

The paper highlights the problems of ensuring security and control over the territory of railway stations, analyzes the types and components of modern video surveillance systems, video cameras, video signal processing devices. Brief characteristics of some video surveillance systems are given and solutions for the introduction of intelligent automated systems are considered..

Keywords: railway station, video surveillance, video camera, video analytics, security, intelligent system.

ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ В ЕРУ ВЕЛИКИХ ДАНИХ

*Піщікова К.А., студентка, kate.pishchikova@gmail.com;
Крашеніннікова О.В., студентка, sashakrash@icloud.com
ДВНЗ «Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана», м. Київ, Україна*

Великі дані створили нову реальність обробки та використання різноманової наявної інформації під час прийняття управлінських рішень. Можливості їх зберігання та досить швидкої передачі створили умови для роботи спеціалістів різних секторів, при цьому акцентуючи увагу на важливості захисту персональних даних. Проблема захисту інформації останніми роками є дуже актуальною, оскільки створює нездоланну перешкоду для широкомасштабного застосування технологій великих даних.

У повсякденному житті кожен із нас стикається зі збором чи розповсюдженням інформації: необхідно ввести свою пошту чи телефон, проголосувати у певному опитуванні, висловити свою думку з того чи іншого питання. Вже давно не новина, що інформація, яку ми залишаємо чи поширюємо, консолідується в одному місці з метою подальшого вивчення, аналізу та побудови певних гіпотез на її основі. Інформацію накопичують компанії різних рівнів та сфер. Так, Facebook на щоденній основі завантажує близько 500 терабайтів інформації - вподобання користувача, час його проведення на сторінці, фото-, відео-, та аудіо-матеріали тощо. Google зберігає наше місцезнаходження, пошукові запити, аналізує поведінку користувача на певному сайті, Tik Tok чи Instagram діють за подібним алгоритмом.

Великі дані в соціальних медіа – це лише невелика частина від загальної кількості даних. Коли ми говоримо про активно розвиваючу зараз галузь – галузь космонавтики, то можемо зазначити, що лише один реактивний двигун за півгодини свого польоту створює 10 терабайт даних. Зазначимо, що щодня відбуваються тисячі перельотів. Інший приклад – генерація 1 терабайту даних про торги за минулу сесію Нью-Йоркської фондової біржі.

В принципі будь-які дані в достатньому обсязі несуть корисну інформацію, оскільки дають змогу побачити непомітні для ока людини закономірності. Проте їх потрібно навчитися захищати. І першою і найвищою інституцією є захист даних на законодавчому рівні. Нормативною базою є Конвенція про захист прав людини і основоположних свобод від 04 листопада 1950 року, Конституція України, Закон України «Про захист персональних даних», Кодекс України про адміністративні правопорушення тощо.

Звичайно, основним критерієм для роботи із даними повинна бути доброчесність компанії та персоналу, проте це є одним із найскладніших аспектів, оскільки здійснювати контроль за його дотриманням досить важко. Ок-

рім на рівні компаній повинні проводитися перевірки за дотриманням контролю роботи із інформації, відповідності певним стандартам зберігання інформації.

Відповідно до стандарту GDPR (General Data Protection Regulation) можна виділити ряд порад, які допоможуть регулювати великі обсяги даних.

1. Більш пильна увага до онлайн-ідентифікаторів. Даний пункт пов'язаний із доступом до різного роду БД за допомогою ідентифікатора користувача – IP – адрес та файлів cookie, котрі із легкістю можуть створити профіль користувача.
2. Посилення обмежень для збору, використання та розголошення інформації, які є виправданими метою збору.
3. Зміни до ключових принципів захисту даних:
 - 3.1. Впровадження тесту для визначення ступеня сумісності обробки інформації з метою, для якої дані були спочатку зібрані;
 - 3.2. Принцип мінімізації збору даних;
 - 3.3. Вимоги щодо конфіденційності за вимогою та за замовчуванням. У разі потенційно небезпечної діяльності з обробки (термін, який, можливо, охоплює велику частину великих персональних даних), стаття 25 GDPR вимагає, щоб контролер створював конфіденційність задумом як під час визначення засобів для обробки та під час самої обробки.
 - 3.4. Право на вимогу щодо видалення персональних даних за наступних обставин:
 - якщо збереження даних «більше не є необхідним у зв'язку з цілями, для яких вони були зібрані чи оброблені іншим»
 - якщо єдиним виправданням для збору даних є згода, і ця згода була відкликана;
 - якщо суб'єкт даних скористався своїм правом заперечити проти їх обробки і «немає переважних законних підстав для обробки, або суб'єкт даних заперечує проти обробки» даних для цілей прямого маркетингу.
 - якщо дані були оброблені незаконно;
 - якщо персональні дані обробляються у зв'язку з пропозицією послуг інформаційного суспільства дитині.

Окремої уваги заслуговують заходи щодо збереження конфіденційності даних при роботі з ПО: достатній рівень захисту від втручання сторонніх осіб та шифрування і псевдонімізація даних, які значно ускладнюють процес роботи із даними для сторонньої особи.

Отже, Big Data допомагають вирішувати різноманітні завдання в багатьох сферах, починаючи від формування портрету споживача і закінчуючи проекцією приземлення ракети на певну планету. Значення даних безумовно величезне, тому компанії будь-яких розмірів повинні прагнути максимально

удосконалити механізм захисту збору та обробки даних, для того, щоб забезпечити інформацію своїх клієнтів та мати можливість безпечно працювати із даними і створювати інноваційні рішення у своїх галузях.

Література

1. Paterson M., McDonagh M. Data protection in an era of big data: the challenges posed by big personal data. Monash University Law Review. 2018. Vol. 44, no. 1. P. 31. URL: https://www.monash.edu/__data/assets/pdf_file/0009/1593630/Paterson-and-McDonagh.pdf html (дата звернення: 26.11.2021).

2. Аналіз великих обсягів інформації і. Застосування Великих Даних в медицині. Основні проблеми використання Big Data. Советы по настройке Android, роутеров, Smart TV. Bluetooth. URL: <https://newtravelers.ru/uk/bluetooth/analizom-bolshih-obemov-informacii-i-primenenie-bolshih-dannyh-v.html> (дата звернення: 26.11.2021).

3. Захист персональних даних – WikiLegalAid. Платформа правових консультацій - WikiLegalAid. URL: https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/Захист_персональних_даних (дата звернення: 26.11.2021).

4. Защита больших данных – как правильно начать и минимизировать возможные риски? Хабр. URL: <https://habr.com/ru/company/gemaltorussia/blog/320214/> (дата звернення: 26.11.2021).

Анотація

Із розвитком технологій у світі значно зросла кількість даних. Технології Big Data дають змогу якісно й оперативно отримувати користь із цього масиву інформації. З їхньою допомогою державні структури і представники бізнесу оптимізують різні процеси, а кінцеві споживачі отримують якісніші послуги. Проте зростає проблема захисту інформації, яка і буде розкрита в даній роботі..

Ключові слова: інформація, дані, великі дані, Big Data, захист, збір, обробка.

Аннотация

С развитием технологий в мире значительно выросло количество данных. Технологии Big Data позволяют качественно и оперативно извлекать пользу из этого массива информации. С их помощью государственные структуры и представители бизнеса оптимизируют различные процессы, а конечные потребители получают более качественные услуги. Однако растет проблема защиты информации, которая и будет раскрыта в данной работе.

Ключевые слова: информация, данные, большие данные, Big Data, защита, сбор.

Abstract

With the development of technology in the world, the amount of data has increased significantly. Big Data technologies make it possible to qualitatively and quickly benefit from this array of information. With their help, government agencies and business representatives optimize various processes, and end consumers receive better services. However, the problem of protection of information grows, which will be disclosed in this work.

Keywords: information, data, big data, Big Data, protection, collection.

АНАЛІЗ ТРАНСПОРТНИХ ПРОГРАМНО-КОНФІГУРОВАНИХ МЕРЕЖ ТА ШЛЯХИ ПЕРЕХОДУ НА АДАПТИВНІ МЕРЕЖІ З ВИКОРИСТАННЯМ SDN

*Чуйков А. М., студент, магістр, andrii.chuikov.kita@donntu.edu.ua
Донецький Національний технічний університет,
м. Покровськ, Україна*

Сучасні тенденції, такі як зростання числа підключених до Інтернету пристроїв, експоненціальне зростання обсягів інформації, розвиток хмарних технологій, BYOD, великі дані, на очах змінюють інфраструктуру телекомунікаційних мереж. Йде нарощування обсягів мережного трафіку, і все частіше виникає необхідність конфігурувати великомасштабні мережі.

Спростити цю задачу можуть технології мереж, що програмно-конфігуруються – SDN (Software-Defined Networking), які дозволяють перевести мережні елементи під контроль налаштовуваного програмного забезпечення, зробити їх більш інтелектуальними, полегшити управління ними. SDN надають узгоджене, відносно швидке управління мережами, дозволяючи зміни у всій мережі з єдиної консолі управління.

Мета роботи полягає у вирішенні наступних завдань:

- проаналізувати архітектуру транспортних програмно-конфігурованих мереж;
- розглянути можливі шляхи переходу на адаптивні мережі з використанням SDN для транспортних мереж;
- навести опис моделі для дослідження характеристик транспортних програмно-конфігурованих мереж, дати відповідні рекомендації щодо можливості впровадження в сучасні телекомунікаційні мережі.

Основними передумовами до появи концепцій програмно-конфігурованих є, перш за все, швидкий ріст трафіку даних і кількості підключених до мережі пристроїв. SDN на думку аналітиків підривають ринок традиційних мережових продуктів таких компаній як Cisco, Juniper Networks і Hewlett-Packard. SDN переносить функції управління і визначення завдань мережі з дорогого обладнання в ПЗ, яке може працювати на більш дешевих масово-випускних системах. Мета полягає в створенні більш рухливих, програмованих та автоматизованих мереж.

Ключові принципи програмно-конфігурованих мереж – поділ процесів передачі та управління даними, централізація управління мережею за допомогою уніфікованих програмних засобів, віртуалізація фізичних мережних ресурсів.

SDN формує віртуальний рівень для мережі, аналогічно тому, як гіпервізор або віртуальна машина робить це для серверів або настільних ПК. Протокол OpenFlow дозволяє програмному забезпеченню SDN взаємодіяти з

відповідними елементами мережі – маршрутизаторами і комутаторами через відкриті Application Programming Interface (API). Шлях пакетів в програмно-конфігурованій мережі визначається не устаткуванням виробників і «зашитими» в них алгоритмами обробки потоків даних, а спеціальним керуючим контуром в софті [1]. Схема архітектури SDN представлена на рис. 1.

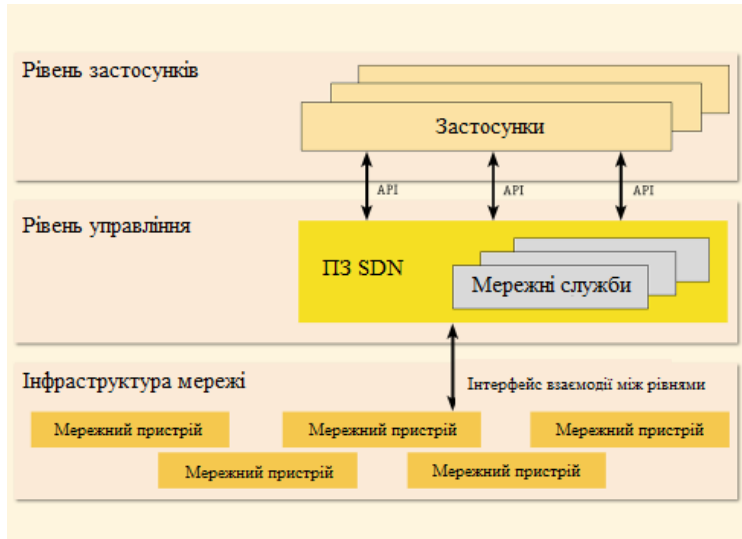


Рисунок 1. Схема SDN-архітектури

SDN дозволяє спростити конфігурацію мереж, масштабувати мережі і сервіси за запитом, автоматизувати управління мережею, збільшити потужність фізичної інфраструктури за рахунок віртуалізації, а в перспективі – швидко реконфігурувати галузь під поточні завдання. Функціонування SDN дозволяє виконувати ряд

наступних завдань: управління інвентаризацією; управління продуктивністю; управління несправностями; контроль за виконанням завдань по усуненню несправностей; управління якістю послуг, що надаються; управління активацією послуг; робота системи попередження шахрайства; застосування модуля планування і розвитку послуг; управління безпекою; застосування модуля обліку.

На даний момент активно ведуться дослідження і розробки в області T-SDN (транспортних програмно-конфігурованих мереж). Особливої уваги заслуговують наукові дослідження ряду зарубіжних компаній, які мають практичний досвід у впровадженні SDN. Архітектура T-SDN представлена на рис. 2 [2].

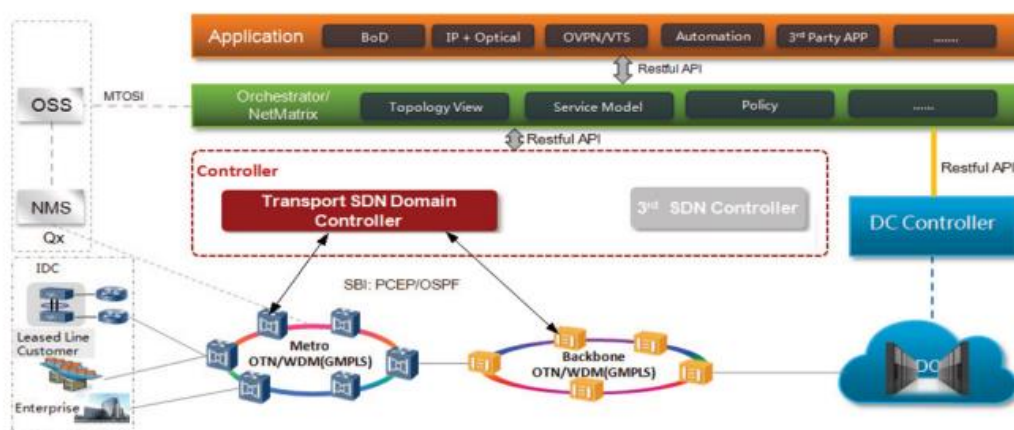


Рисунок 2. Архітектура T-SDN

На рівні інфраструктури представлені мережні вузли міської мережі і вузли ядра мережі, які виконують функції оптичних комутаторів з підтримкою технологій WDM/OTN. Окремо представлено взаємодію ЦОДів через DC-контролер. Основним завданням цього рівня є пересилка даних з одного порту на інший, тобто забезпечення процесу передачі даних. Для управління мережними елементами використовується «південний» інтерфейс контролера зони.

Транспортний SDN контролер є основним елементом плану управління. SDN-контролер може керувати як одним, так і декількома комутаторами і містить мережну операційну систему, що надає мережні сервіси з низькорівневого управління мережею, сегментами мережі та станом мережних елементів, а також програми, що здійснюють високорівневе управління мережею та потоками даних. У кожному контролері є хоча б одна програма, яка представлена комутаторами, з'єднаними з цим контролером, і формує уявлення про топологію фізичної мережі, що знаходиться під управлінням контролера.

Основна ідея SDN про створення уніфікованого, незалежного від виробника мережного обладнання, програмно-керованого інтерфейсу між контролером та транспортним середовищем мережі знайшла відображення у протоколі OpenFlow, який дозволяє самим користувачам визначати та контролювати, хто з ким, за яких умов та з якою якістю може взаємодіяти в мережі [3].

OpenFlow – відкритий стандарт, в якому описуються вимоги до комутатора, що підтримує протокол OpenFlow для віддаленого керування. Відповідно до специфікації стандарту OpenFlow, взаємодія контролера з комутатором здійснюється за допомогою протоколу OpenFlow – кожен комутатор повинен містити одну або більше таблиць потоків (flow tables), групову таблицю (group table) та підтримувати канал (OpenFlow channel) для зв'язку з віддаленим контролером – сервером. Кожна таблиця потоків у комутаторі містить набір записів (flow entries) про потоки чи правила. Кожен такий запис складається з полів-ознак (match fields), лічильників (counters) та набору інструкцій (instructions). Управління даними в OpenFlow здійснюється на рівні їх потоків. Правило в комутаторі встановлюється з участю контролера лише першого пакета, а інші пакети потоку його використовують.

OpenFlow комутатор перевіряє таблицю потоків пакета, що надходять. Якщо пакет знайдено, комутатор застосовує умову чи дію, зазначену в записі таблиці, і як правило, перенаправляє його на вказаний інтерфейс. В іншому випадку пакет повинен належати до нового потоку і комутатор пересилає його SDN-контролеру повідомлення packet-in. Потім контролер визначає відповідне правило потоку і посилає його комутатору повідомлення packet-out або flow_mod. Як наслідок, SDN-контролер отримує потік повідомлення packet-in від кожного OpenFlow комутатора (рис. 3).

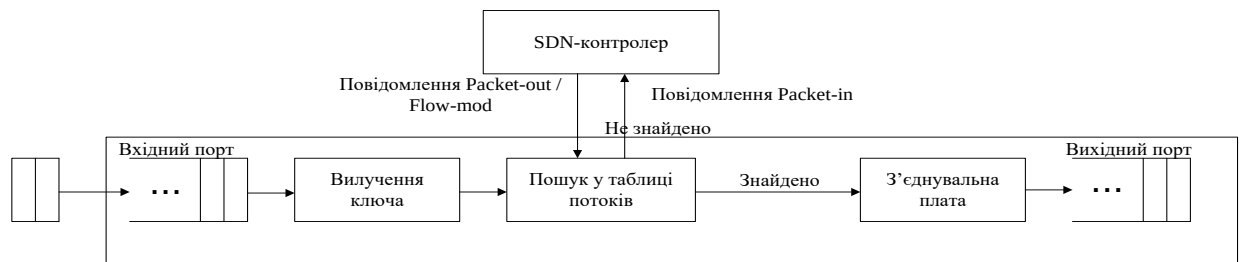


Рисунок 3. Процес передачі повідомлення через комутатор OpenFlow

Для створення моделі мережі (у тому числі завдання топології, характеристик елементів мережі), а також динамічного моделювання роботи, аналізу та оптимізації характеристик, управління трафіком, безсумнівно, потрібно використовувати один із найпотужніших інструментів дослідження складних систем – імітаційне моделювання.

Отже, в даній роботі розглянуті принципи концепцій SDN та T-SDN, адаптивних глобальних транспортних мереж і їх експлуатацію. Наведений опис основних компонентів для побудови мережі з використанням технологій SDN, а також ключові вимоги, які постачальники послуг повинні враховувати, при впровадженні таких рішень / компонент.

Також розглянуто використання протоколу OpenFlow в контексті архітектури SDN, визначено, що архітектура складається з трьох основних рівнів: інфраструктури, управління і додатків.

Крім того, розглянуто можливі шляхи переходу до адаптивної мережі і надані рекомендації щодо реалізації поетапного підходу до побудови адаптивних мереж без суттєвих перетворень, описано сценарій використання адаптивних мереж від реального постачальника мережевих послуг, що може лягти в основу проектування транспортної мережі з використанням SDN-технологій для вирішення оптимізаційних задач. Запропоновано ряд рекомендацій щодо подолання технологічних, експлуатаційних і організаційних труднощів при побудові таких мереж. Модель може бути використана як в задачах аналізу, так і в завданнях оптимізації управління, що являє собою завдання подальших досліджень.

Література

1. Worldwide Software-Defined Infrastructure Software Revenues Surpassed \$12 Billion in 2020 According to IDC [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS47921221> – Дата доступу: листопад 2021. – Назва з титул. екрана
2. Деарт В.Ю., Фатхулин Т.Д. Анализ транспортных программно-конфигурируемых сетей (Т-SDN) с управляемым оптическим уровнем с целью получения модели, позволяющей оценить возможность предоставления сервиса bandwidth on demand // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2018. Том 12. №4. С. 35-42.
3. С. Мухизи, Г.И. Шамшин, А.С. Мутханна, Р.В. Киричек Исследование и разработка имитационной модели функционирования фрагмента программно-конфигурируемой сети как системы массового обслуживания // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Том 4. №4. С. 49-57.

Анотація

В роботі озглянуті принципи концепції SDN та T- SDN, адаптивних глобальних транспортних мереж і їх експлуатацію. Наведений опис основних компонентів для побудови мережі з використанням технологій SDN та можливості використання протоколу OpenFlow в контексті архітектури SDN. Запропоновано ряд рекомендацій щодо подолання технологічних, експлуатаційних і організаційних труднощів при побудові таких мереж.

Ключові слова: SDN, контролер, мережа, архітектура, модель, OpenFlow.

Аннотация

В работе рассмотрены принципы концепции SDN и T-SDN, адаптивных глобальных транспортных сетей и их эксплуатации. Приведено описание основных компонентов для построения сети с использованием технологий SDN и возможности использования протокола OpenFlow в контексте архитектуры SDN. Предложен ряд рекомендаций по преодолению технологических, эксплуатационных и организационных трудностей при построении таких сетей.

Ключевые слова: SDN, контроллер, сеть, архитектура, модель, OpenFlow.

Abstract

The principles of the concept of SDN and T-SDN, adaptive global transport networks and their operation are considered in the work. The description of the main components for the construction of the network using SDN technologies and the possibility of using the OpenFlow protocol in the context of the SDN architecture. A number of recommendations for overcoming technological, operational and organizational difficulties in the construction of such networks are offered.

Keywords: SDN, controller, network, architecture, model, OpenFlow.

ОГЛЯД RTLS-СИСТЕМ ДЛЯ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ТА ПОШУКУ ПІДЗЕМНИХ ПРАЦІВНИКІВ

*Прокушев А. М., andrii.prokushev@donntu.edu.ua;
Ступак Г. В., ст. викладач, glib.stupak@donntu.edu.ua
ДонНТУ, м. Покровськ, Україна*

На небезпечних виробничих об'єктах, таких як вугільні шахти, існує дві групи завдань: перша - підвищення ефективності виробничого процесу і виконання плану, друга - зниження показників виробничого травматизму, забезпечення безпеки персоналу та безпечні умови праці.[1] Вирішальне значення для виконання цих обох задач має зв'язок.

Сьогодні вугільні шахти в Україні для зв'язку традиційно використовують стаціонарні підземні телефони. Щоб дістатися до них, часто потрібно подолати відстань від сотень метрів до кількох кілометрів, або повертатися на поверхню, втрачаючи час, який особливо цінний, коли треба повідомити про проблему, отримати доступ до важливої інформації або під час аварійних ситуацій.[2]

Система позиціонування персоналу та цифровий зв'язок, що впроваджується, повинні мати модульну структуру, забезпечувати можливість подальшого розвитку, масштабування та доробки.

Системою має бути передбачено:

- організація позиціонування персоналу, транспорту з виведенням інформації про місцезнаходження на пульт моніторингу в режимі реального часу;
- організація цифрового зв'язку персоналу;
- організація кабельної мережі та інфраструктури для системи позиціонування та зв'язку;
- організація системи безперебійного електроживлення обладнання;
- організація тестування.

Систем локального позиціонування реального часу (RTLS - Real Time Location System) інтенсивно розвиваються як для підвищення безпеки у вугільних шахтах, так і для інших застосувань.[3]

Технологія UWB (Ultra Wideband – надширокопasmовога) – це радіочастотна технологія, яка використовує короткі імпульси з максимальною пропускну здатністю при мінімальній центральній частоті.

NFER (Near-field electromagnetic ranging) – відносно нова технологія позиціонування, яка використовує мітки-передавачі і одне або кілька приймаючих пристроїв. Технологія заснована на тому, що зсув фаз між електричної та магнітної складової електромагнітного поля змінюється в міру віддалення від випромінюючої антени. NFER має потенціал для досягнення точності до 30 см на відстані до 300 метрів.

Bluetooth – специфікація бездротових персональних мереж ближнього радіусу дії, яка працює в частотному діапазоні 2,4-2,4835 ГГц. У плані фізичної реалізації це Beacon-маячки - це звичайні Bluetooth 4.0 Low Energy пристрої. Є встановлені по всьому периметру Bluetooth-маячки, координати розташування яких ми знаємо. Ці маячки із заданою періодичністю виробляють ширококомовну розсилку, яка містить ідентифікаційну інформацію. Пристрій користувача циклічно отримує ці дані, по базі даних визначає координати маячків, і на за потужністю сигналу (що дозволяє визначити віддаленість від кожного з них) визначає своє місце розташування.

ZigBee – стандарт для набору високорівневих протоколів зв'язку, що використовують невеликі, малопотужні цифрові трансивери, заснований на стандарті IEEE 802.15.4 для бездротових персональних мереж. Технологія визначається специфікацією ZigBee, яка розроблена з метою бути простішою та дешевшою, ніж інші персональні мережі, такі як Bluetooth.

Wi-Fi - це система короткого дії, зазвичай покриває десятки метрів, яка використовує неліцензованому діапазони частот для забезпечення доступу до мережі. Радіус дії точок доступу Wi-Fi становить від 30 до 200 метрів, в залежності від конкретного виконання, така ж і точність позиціонування. Точність позиціонування навіть в системах із застосуванням спеціальних розширень Wi-Fi, відносно невисока і складає в ідеальних умовах 3-5 метрів, у реальності 10-15 метрів.

NanoLOC – це технологія компанії Nanotron Technologies, багато в чому схожа з більш старою версією NanoNET. Крім швидкості передачі інформації в 1 Мбіт в секунду на відстані в кілька сотень метрів, ця технологія дозволяє визначати відстань між приймачами. Технологія NanoNet базується на використанні лінійно-частотної модуляції. Таке кодування володіє рядом унікальних характеристик і застосовується в основному в ехолокації (електромагнітної і акустичної). Воно також використовується і в природі, наприклад дельфінами і летючими мишами для визначення свого місця розташування відносно інших об'єктів.

Єдиними стандартами з перерахованих, спочатку розробленими для вимірювання відстаней по радіоканалу, є стандарти IEEE 802.15.4a CSS (NanoLOC) і UWB. Таким чином, системи локального позиціонування, побудовані на базі цих стандартів, в рівних умовах (однакові виробничі площі, шахти, перешкоджаючі обставини) мають кращі характеристики, у порівнянні з рішеннями, що використовують інші стандарти.

Сучасний світ дає розвиватись телекомунікаційним технологіям з розвитком Інтернету та IoT. Підземна цифрова інфраструктура зв'язку на базі Wi-Fi технології вже використовують у вугільній промисловості. Вибір тієї чи іншої технології ґрунтується на вимогах до мережі. Особливу увагу слід приділяти вибору методів мережі в тих випадках, коли необхідно забезпечити не тільки спілкування, а й безпеку людей.

Література

1. ЗАКОН УКРАЇНИ Про охорону праці (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст.668) Правила безпеки у вугільних шахтах (Із змінами, внесеними згідно з від 07.09.2011 та від 24.09.2014)

2. Навіщо в шахті Wi-Fi або як промисловий інтернет речей вперше в Україні «спустився» під землю [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://dtek.com/media-center/news/zachem-v-shakhte-wi-fi-ili-kak-promyshlennyy-internet-veschey-vpervye-v-ukraine-spustilsya-pod-zemlyu/>

3. Сторінка RTLS у Вікіпедії [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/RTLS>

Анотація

У статті було розглянуто методи визначення місця розташування персоналу у вугільних шахтах. Наведено їх приклади та короткий опис.

Ключові слова: шахта, безпека, правила, система позиціювання, RTLS, NanoLOC, NFER.

Аннотация

В статье были рассмотрены методы определения местоположения персонала в угольных шахтах. Приведены их примеры и краткое описание.

Ключевые слова: шахта, безопасность, правила, система позиционирования, RTLS, NanoLOC, NFER.

Abstract

The article reviews the methods of determining the location of personnel in coal mines. Examples of such methods and technologies were provided.

Keywords: mine, security, rules, positioning system, RTLS, NanoLOC, NFER.

ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОДІЇ ЧИСЕЛЬНО-АНАЛІТИЧНИХ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ НВЧ

Гнатюк М. О., к.ф.-м.н, uv5ekr@gmail.com;

Кононенко А. М., бакалавр;

Гаркавенко І. С., бакалавр

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, Україна

В останнє десятиріччя отримали свого подальшого розвитку перспективні чисельно-аналітичні методи розв'язання задач електродинаміки НВЧ, а саме: ітераційний метод Шварца [1] і похідні від нього методи інтегральних рівнянь часткових перетинних областей (МЧПО) [2] та пронизуючої області (МПО) [3] з використанням апарату функцій Гріна.

У випадку застосування методу Шварца до задач дифракції електромагнітної хвилі на неоднорідностях у хвилеводах функції Гріна представляються у вигляді розкладання в нескінченний ряд за повною системою ортогональних функцій відповідної часткової області [1]. Чисельна реалізація такого підходу призводить до необхідності послідовного обчислення вкладених сум, кількість членів яких обмежується кінцевою величиною. Збільшення числа членів ряду, що враховуються, призводить до підвищення точності і достовірності результатів, але в той же час, і до значного зростання часу рахунку, що в деяких випадках робить застосування методу Шварца і МЧПО недоцільним. Таким чином, метою даної роботи є подальший розвиток наведених вище методів, який би дозволив підвищити їх швидкодію і спростити алгоритмізацію за рахунок використання апаратних і програмних можливостей сучасної обчислювальної техніки.

Розглянемо особливості ітераційного методу Шварца на прикладі розв'язання тестової задачі дифракції електромагнітної хвилі на нескінченній фазованій антенній решітці з прямокутних хвилеводів, розміщених у вузлах прямокутної сітки.

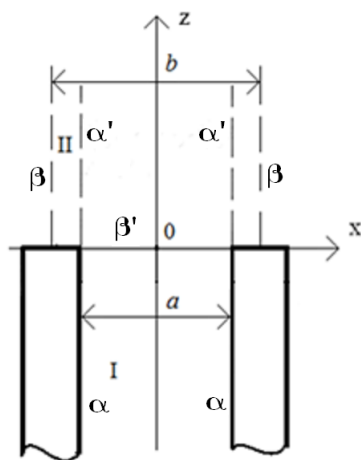


Рисунок 1. Одинична комірка ФАР

На рисунку 1 зображено одиничну комірку решітки з хвилеводів, що збуджуються хвилями типу H_{10} . Вважаємо, що сканування здійснюється в H -площині і стінки хвилеводів, що перпендикулярні силовим лініям падаючого електричного поля, є нескінченно тонкими. При отриманні інтегральних рівнянь в якості невідомої функції будемо використовувати E_y компоненту поля.

Розділимо всю область визначення поля в вибраній комірці на дві перетинні області (рис. 1). Область I ($-a/2 \leq x \leq a/2$) представляє собою плоскопаралельний хвилевод, продовжений в нескінченність ($-\infty \leq z \leq \infty$). Область II ($-b/2 \leq x \leq$

$b/2, 0 \leq z \leq \infty$) — область випромінювання. В області I при $z \rightarrow -\infty$ збуджується хвиля H_{10} пласкопаралельного хвильоводу. Припустимо, що нам відомі функції Гріна областей I і II G^I, G^{II} [1]. В якості шуканої функції будемо використовувати поле області I. Тоді, скориставшись другою формулою Гріна і врахувавши граничні умови, отримаємо інтегральне рівняння Фредгольма другого роду відносно поля області I:

$$E^I(x, z) = E_{ex}(x, z) + \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} E^I(x', 0) K(x, z; x', 0) dx'$$

Тут E^I — шукана функція області I, значення якої шукається на границі β' (площина $z=0, -a/2 \leq x \leq a/2$), K — ядро отриманого інтегрального рівняння. Змінні x та z є координатами точок спостереження, а x' та z' — точок джерел поля.

Далі, скориставшись властивістю ортогональності власних функцій пласкопаралельного хвильоводу ϕ_q , можна отримати рекурентний вираз для коефіцієнта відбиття q -хвилі в ітерації i -порядку:

$$R_q^{(i)} = R_q^{(1)} + \sum_{q_0=1}^Q \left[\left(\sum_{m=-M}^M C_{qm} D_{mq_0} \right) \cdot R_{q_0}^{(i-1)} \right] \quad (1)$$

Тут M і Q максимальне число врахованих типів хвиль в областях I і II, C та D — коефіцієнти, що утворюються при інтегруванні. Можна показати, що сума за індексами m у (1) може бути представлена як добуток матриці $\mathbf{C}$ розміром $q \times m$ на матрицю $\mathbf{D}$ з розмірами $m \times q_0$. Ввівши деяку матрицю $\mathbf{A}$ розміром $q \times q_0$, елементи якої визначаються як:

$$A_{qq_0} = \sum_{m=-M}^M C_{qm} D_{mq_0}$$

і, представивши R_q у вигляді матриці-стовпця $\mathbf{R}$, вираз (1) можна записати у вигляді наступного матричного рівняння:

$$\mathbf{R}^{(i)} = \mathbf{R}^{(1)} + \mathbf{A} \cdot \mathbf{R}^{(i-1)} \quad (2)$$

Рівняння (2) визначає значення матриці-стовпця $\mathbf{R}$ в i -наближенні при його відомому наближенні $(i-1)$ порядку. Розв'язавши дане рівняння методом послідовних наближень можна отримати величину коефіцієнта відбиття хвилі H_{10} в ітерації i -порядку.

Для розглянутої дифракційної задачі був складений алгоритм чисельного розрахунку на ПЕОМ величини коефіцієнта відбиття падаючої хвилі в одиничній комірці ФАР з використанням методу Шварца. Чисельні розрахунки виконувалися на ПЕОМ з конфігурацією CPU Intel Core i5-2500K 3,06 GHz, RAM DDR-III 8 Gb. Розрахунок виконувався для ФАР з параметрами $b/\lambda = 0.5714$, $b = a$. В таблиці 1 показано порівняння середнього часу розрахунку величини коефіцієнту відбиття у хвильоводі ФАР для трьох значень

величини керуючого зсуву фаз $k \cdot b \cdot \sin \theta$ у діапазоні від 0 до $1/(2b)$ для числових алгоритмів, що використовують вкладені суми і матричні операції в залежності від числа типів хвиль M (кількість ітерацій $i=15$).

Таким чином, представлений підхід дозволяє підвищити ефективність застосування ітераційного методу Шварца для розв'язання задач електродинаміки НВЧ. Представлення початкової задачі у вигляді матричного рівняння спрощує алгоритмізацію розглянутого методу і покращує його точність за рахунок збільшення числа врахованих типів хвиль і кількості ітерацій при збереженні прийняттого часу рахунку. Приведений в роботі підхід може бути використаний для подальшого розвитку методу Шварца і похідних від нього методів для розв'язання більш складних електродинамічних задач.

Таблиця 1

M	Час рахунку однієї точки, с	
	Вкладені суми	Матричне рівняння
2	0,059	0,008
4	0,340	0,024
6	1,048	0,049
8	2,355	0,083
16	17,284	0,310
32	104,140	1,470

Література

1. Morozov V. M. Phased antenna array analysis with Schwartz alternating method / V. M. Morozov, M. A. Gnatyuk // Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Фізика. Радіоелектроніка». Дніпропетровськ. — 2015. — Т. 23, №22. — С. 132 – 141.
2. Гнатюк М. А. Дифракция электромагнитной волны на каскадном соединении прямоугольных волноводов / М. А. Гнатюк, В. М. Морозов, С. В. Марченко // Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник Радиотехника. Харьков. — 2019. — Вып.196. — С. 130-137.
3. Марченко С. В. Электродинамический расчет плоской волноводной ФАР методом пронизывающей области / С. В. Марченко, В. М. Морозов // Вісті вищих навчальних закладів. Радіоелектроніка. — 2009. — Т.52, №9. — С. 41–47.

Анотація

Розглянуто особливості застосування методу Шварца для розв'язання дифракційних задач. Наведено підхід, що дозволяє підвищити швидкість та спростити алгоритмізацію ітераційного методу Шварца для розв'язання задач електродинаміки НВЧ.

Ключові слова: інтегральні рівняння, функція Гріна, ітераційні методи.

Аннотация

Рассмотрены особенности применения метода Шварца для решения дифракционных задач. Представлен подход, позволяющий повысить быстродействие и упростить алгоритмизацию итерационного метода Шварца для решения задач электродинамики СВЧ.

Ключевые слова: интегральные уравнения, функция Грина, итерационные методы.

Abstract

The features of electromagnetic wave diffraction problem solving using Schwartz alternating method are considered. The approach, which allows improving a performance of Schwartz alternating method as well as simplifies its implementation for solving electromagnetic problems, is represented.

Keywords: integral equation, Green's function, iterative methods.

СУЧАСНІ ЗАСОБИ МОНІТОРИНГУ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ГІРНИКІВ ПІД ЧАС АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ

Лабузова А.М., аспірант, anastasiia.labuzova@donntu.edu.ua
Воропаєва В.Я., к.т.н., доцент, viktoriya.voropayeva@donntu.edu.ua
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,
м Покровськ, Україна

Проблема. Гірничо-технічні та вуглевидобувні галузі нашого регіону традиційно вважаються фундаментом його економіки. Тенденції модернізації технологічних процесів та впровадження новітніх технологій задля підвищення ефективності та безпеки виробництва проявляються тут особливо помітно. Під час аварійних ситуацій виникає проблема, що полягає у складності визначення місцезнаходження підземного працівника з достатньою точністю, а також здійснення моніторингу та контролю у реальному часі показників його життєдіяльності.

Дуже важливим напрямком модернізації технологічного устаткування гірничо-видобувних підприємств є створення безпечних умов праці, чому сприятиме застосування автоматизованої системи моніторингу та контролю технологічних показників видобувних забоїв вугільних шахт, зокрема показників життєдіяльності підземних працівників.

Аналіз існуючих систем. Функціонал та принцип організації систем, що вирішують вищезазначені проблеми, обумовлюється діючою нормативною базою і тому суттєво різняться в різних країнах. Так, в Україні основним в цьому сенсі нормативним документом для вугільних шахт є «Правила безпеки у вугільних шахтах. Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 22.03.2010 N 62» [1], в якому фігурують терміни «Єдина система моніторингу - одна або кілька автономних автоматизованих систем з подібним призначенням, об'єднаних для виконання певних функцій з метою виключення їх дублювання» та «Автоматизована система протиаварійного захисту - комплекс взаємозв'язаних засобів технічного, програмного, інформаційного і організаційного забезпечення для запобігання аварійним ситуаціям» (зміни внесені згідно з Наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості № 661 від 24.09.2014). Відповідно вище перерахованим нормам, існують системи позиціонування гірників у реальному часі. Прикладами таких систем є:

1. Система «RealTrac» дозволяє в режимі реального часу визначати місце розташування гірників і гірничої техніки, а також здійснювати функцію запобігання зіткненням, голосовому зв'язку, передачі даних та телеметрії [2].

2. Система «ГОРИЗОНТ» призначена для побудови в підземних виробках вугільних шахт телекомунікаційних мереж: позиціонування, аварійного оповіщення та передачі інформації від шахтних контролерів технологічного устаткування [3].
3. Система «ГОРНАС» це інформаційно-керуюча інфраструктура, призначена для моніторингу та управління технологічним обладнанням в шахті, забезпечення спостереження, оповіщення та пошуку людей, захоплених аварією [4].
4. Система «ТАЛНАХ» призначена для побудови систем гірничо-підземного радіозв'язку та автоматизації на шахтах, а так само для модернізації застарілих систем зв'язку на діючих виробництвах. Комплекс забезпечує голосовий радіозв'язок на поверхні і в підземній частині шахт, а так само передачу даних від систем автоматизованого управління, відеоспостереження та позиціонування персоналу [5].
5. Система «СПГТ-41» призначена для спостереження та позиціонування персоналу та транспорту в підземних виробках у реальному часі, візуального спостереження за технологічними процесами в режимі реального часу, організації мобільного двостороннього голосового зв'язку гірничого диспетчера з персоналом, який перебуває у підземних виробках [6].

Порівняльні характеристики вищеперерахованих систем позиціонування гірників у реальному часі

	RealTrac	ГОРИЗОНТ	ГОРНАС	ТАЛНАХ	СПГТ-41
Точність визначення місця знаходження шахтаря (м.)	5	5	7	10	15
Витримка батареї без мережного живлення (годин)	24	24	24	12	10
Відстань базових станцій одна від одної (м.)	150	100	150	200	200
Персоналізація шахтаря	+	+	+	-	-
Контроль показників життєдіяльності	-	-	-	-	-

Аналізуючи існуючі методи моніторингу гірничих робітників, не опрацьований контроль показників життєдіяльності гірника під час роботи, або аварійної ситуації, у рахунок того, що пристрій позиціонування розташований у касці робітника, і в разі завалу стан, та в деяких системах персоналізацію шахтаря неможливо контролювати. Також живлення акумулятора без мережевого підключення може триматись не більше 24 годин. У разі блокування гірника більше доби, при відсутності електроживлення існуючі система стеження перестануть позиціонувати. Для більш точного визначення місцеположення шахтаря відстань базових станцій одна від одної має бути меншою, у момент проходження сигналу по відношенню до прямолінійного шляху між передавачем і приймачем.

Модернізація існуючих систем. Для подолання недоліків в існуючих системах позиціонування гірників у реальному часі пропонується система моніторингу у вигляді «Браслету позиціонування». Данна система складається з вбудованої RFID-мітки у вигляді активного безконтактного маячка «ЕМВС - 22» та датчика контролю пульсу HRM-Run. Він призначений для моніторингу місцезнаходження гірника з точністю до 3-го метру, за рахунок передачі інформації між базовою станцією RFID-рідером (BPM) та браслетом позиціонування. Для компенсації недоліку з живленням батареї існуючих систем, пропонується використовувати автономне живлення RFID-мітки. Браслет позиціонування з активною RFID-міткою володіє власним джерелом живлення у вигляді батареї, що не залежить від енергії зчитувача, термін служби батареї від 3 до 10 років.

Алгоритм розрахунку локацій для визначення області місця розташування базових станцій (БС), задля точнішого радіуса у визначенні місця знаходження гірника може бути модернізований в існуючих системах, шляхом правильного вибору топології для встановлення БС. Для визначення області місця розташування об'єкта що пересувається (O_n) у N - розміром фізичного простору необхідно виміряти відстань від O_n до не менше ніж $(N+1)$ БС. Вимірювання відстані будуть містити неточності через непрямолінійне поширення сигналу. Дана неточність складається через додатковий шлях, по якому пройшов сигнал по відношенню до прямолінійного шляху між передавачем і приймачем. В результаті на (рис.-2) зображений набір відстаней від O_n (0) до БС (1,2,3) утворює область локацій. При локації в виробках шахти, така область буде представлена набором відрізків на графі тунелів (рис.-1). Схема розміщення базових станцій для точнішого визначення місцезнаходження гірника з використанням запропонованого алгоритму зображено на (рис.-2).

Очікувані похибки антени при визначенні планового M_n положення зв'язку можна розрахувати за такими формулами:

$$M_n = h \frac{m_l}{l}$$

де h - глибина закладення осі комунікацій, см;

ml – похибка встановлення антени, см ;
 l – довжина антени, см.

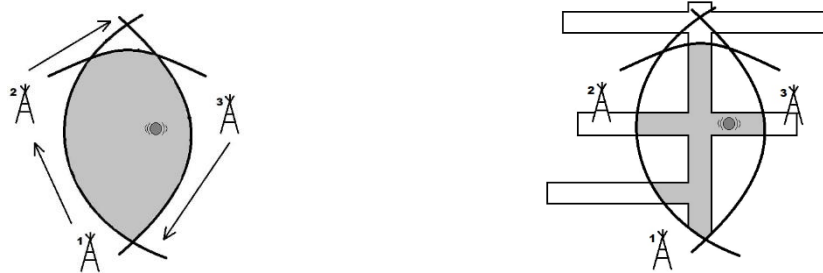


Рисунок 1. Область локації O_n на площині (рис.-1), і графі тунелів

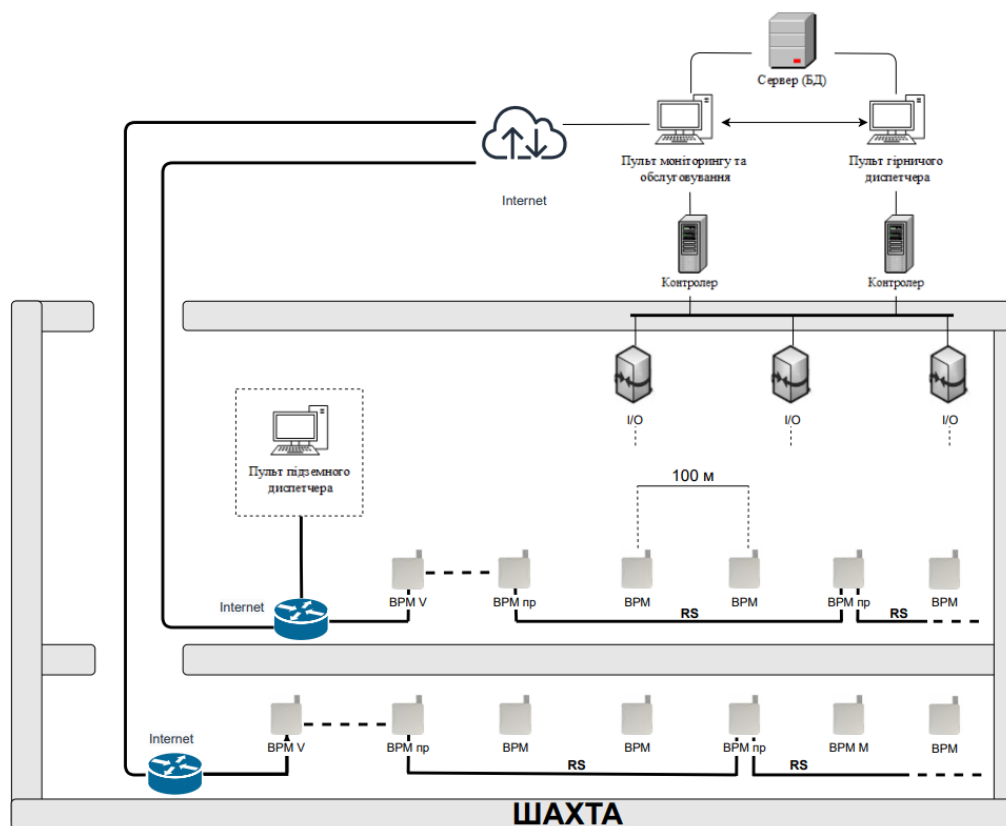


Рисунок 2. Схема розміщення базових станцій

Література

1. Правила безпеки у вугільних шахтах. Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 22.03.2010 N 62. [Електронний ресурс] <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0398-10/print>
2. [Електронний ресурс] <https://real-trac.com/ru/privacy-policy/>
3. [Електронний ресурс] <https://dprom.online/mtindustry/kompleks-gorizont-dlya-primeneniya-v-sostave-mnogofunktsionalnyh-sistem-bezopasnosti-mfsb-ugolnyh-shaht-i-rudnikov/>

4. ДОСЛІДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНО-ІНВЕСТИЦІЙНОЇ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВИМ ПІДПРИЄМСТВОМ [Електронний ресурс]

<https://lib.usue.ru/resource/free/retro/10/m469885.pdf>

5. [Електронний ресурс] <http://uk42.ru/assets/files/IMG/2018/2018-02/2018-05-25-min.pdf>

6. ТОВ «Уральські Технологічні Інтелектуальні Системи» ОКП 31 4870. Система позиціонування та радіозв'язку «СПГТ-41-Р» [Електронний ресурс] <http://www.mti-spb.com/lib/SPGT-41.pdf>

Анотація

Запропоновані підходи до модернізації автоматизованої системи моніторингу та контролю технологічних показників видобувних забоїв вугільних шахт, зокрема показників життєдіяльності підземних працівників, що дозволяє забезпечити операторський контроль за технологічними процесами у реальному часі. Запропонована структура «Браслету позиціонування» з вбудованою RFID-міткою у вигляді активного безконтактного маячка «ЕМВС22» та датчиком контролю пульсу HRM-Run. Данна система характеризується оптимальним поєднанням провідних і бездротових каналів зв'язку. Запропоновані стаціонарні базові станції мережі, з індивідуальною зоною покриття.

Ключові слова: моніторинг, активна RFID-мітка, позиціонування, показники життєдіяльності, передача даних, шахтар.

Аннотация

Предложены подходы к модернизации автоматизированной системы мониторинга и контроля технологических показателей добывающих забоев угольных шахт, в частности показателей жизнедеятельности подземных работников, что позволяет обеспечить операторский контроль за технологическими процессами в реальном времени. Предложена структура «Браслета позиционирования» со встроенной RFID-меткой в виде активного бесконтактного маячка «ЕМВС22» и датчиком контроля пульса HRM-Run. Данная система характеризуется оптимальным сочетанием проводных и беспроводных каналов связи. Предложены стационарные базовые станции сети, с индивидуальной зоной покрытия.

Ключевые слова: мониторинг, активная RFID-метка, позиционирование, показатели жизнедеятельности, передача данных, шахтер.

Abstract

Approaches to modernization of the automated system of monitoring and control of technological indicators of mining mines of coal mines, in particular on indicators of vital activity of underground workers that allows to provide operator control over technological processes in real time are offered. The structure of the "Positioning Bracelet" with a built-in RFID tag in the form of an active contactless beacon "EMBC22" and a heart rate sensor HRM-Run is proposed. This system is characterized by an optimal combination of wired and wireless communication channels. Stationary base stations of the network with an individual coverage area are offered.

Keywords: monitoring, active RFID-tag, positioning, vital signs, data transmission, miner.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЯТОГО ПОКОЛІННЯ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ У ПРОМИСЛОВОМУ ПОРТУ

Качан Д. В. , студент, daniil.kachan71@gmail.com

Донецький національний технічний університет, м. Покровськ, Україна

Для чого потрібен 5G та порівняння з іншими технологіями

Завдяки 4G у нас є смартфони, доступ до різноманітних соціальних мереж, музичні стримінгові сервіси, електронні комерційні сервіси на наших мобільних пристроях. 5G – це наступний крок. Якщо порівняти профілі абонентів 5G і 4G одного з лідерів ринку, то побачимо, що перші споживають вдвічі більше даних і навіть використовують різні типи послуг. Абоненти 5G використовують у сім разів більше VR-сервісів і в чотири рази більше відеосервісів.

Унікальність 5G в порівнянні з 4G в тому, що це технологія нового покоління, яка розроблена передусім для промислового застосування.

Попередні покоління – 3G, 4G – були створені для вас, для мене, споживачів, смартфонів і доступу в інтернет. 5G набагато більше орієнтована на цифровізацію суспільства, підприємств і економіки загалом.

В Україні технологія 5G буде корисною для розгортання приватних мереж на виробничих підприємствах, впровадження різних типів управління та контролю, моніторингу обладнання та автоматизації процесів. 5G-технології будуть затребувані в шахтах. Завдання полягає в тому, щоби на найнебезпечніших ділянках працювали машини і роботи, а працівники могли контролювати й керувати процесом.

Автономний та інтелектуальний порт

5G — це технологія, що забезпечує багато можливих варіантів використання в портах для технології, яка може працювати лише з мережами 5G. Можливо, найголовніше, це дає змогу розширити численні технологічні випробування, які були проведені в останні роки від рівня підтвердження концепції до життєздатного рішення для всього порту.

Комп'ютерний зір — це область штучного інтелекту, яка навчає комп'ютери розпізнавати шаблони та об'єкти у відеоканалах. У порту Антверпена встановлено 600 камер, які дозволяють автоматично відстежувати причали, людей і рух транспорту в районі порту.



Рисунок 1 - Комп'ютерний зір, що використовується в порту Антверпена.

Об'єднання HD-відео каналів у масштабі та на великій території може бути неймовірно дорогим. 5G дає змогу підключати тисячі камер та інших датчиків до мережі без необхідності додаткової комунікаційної інфраструктури.

Окрім моніторингу суден, 5G робить дистанційне керування більш життєздатним. У Копенгагені Світцер протягом останніх двох років випробовував дистанційно керовані буксири. Хоча є певні сумніви щодо комерційного обґрунтування дистанційної експлуатації, переваги для безпеки та добробуту майстра буксира очевидні.



Рисунок 2 - Перше у світі комерційне судно з дистанційним керуванням, побудоване Sanmar

Завдяки низькій затримці, яку пропонує 5G, дистанційне керування портовим і термінальним обладнанням, від буксирів до кранів, стає на крок ближче до широко поширеної реальності.

Література

1. Дмитрий Смирнов. Інформаційний ресурс [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [URL: https://biz.liga.net/ua/all/telekom/interview/rol-5g-v-razvitii-ekonomiki-intervyu-s-top-menedjerom-ericsson](https://biz.liga.net/ua/all/telekom/interview/rol-5g-v-razvitii-ekonomiki-intervyu-s-top-menedjerom-ericsson)
2. Nick Chubb. Інформаційний ресурс [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [URL: https://thetius.com/how-will-5g-enable-smart-ports/](https://thetius.com/how-will-5g-enable-smart-ports/)

Анотація

Представлені тези для участі у міжрегіональній науково-практичній конференції молодих учених «ТАК» – телекомунікації, автоматика, комп'ютерно-інтегровані технології та публікації у збірнику матеріалів конференції. Розглянуто особливості 5G технологій та їх реальні впровадження в промисловому порту.

Ключові слова: ТАК, 5G/ІМТ-2021.

Анотация

Представленные тезисы для участия в межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых «ТАК» - телекоммуникации, автоматика, компьютерно-интегрированные технологии »и публикации в сборнике материалов конференции. Рассмотрены особенности 5G технологий и их реальные внедрения в промышленном порту.

Ключевые слова: ТАК, 5G / ІМТ-2021.

Abstract

Theses for participation in the interregional scientific-practical conference of young scientists "TAC" - telecommunications, automation, computer-integrated technologies" and publications in the conference proceedings are presented. Features of 5G technologies and their real implementation in industrial port.

Keywords: TAC, 5G / ІМТ-2021.

ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМ РОЗУМНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ З ВИКОРИСТАННЯМ ВУЗЬКОСМУГОВИХ СИСТЕМ

Жабко О.С., magictp, oleksandr.zhabko.kita@donntu.edu.ua

Донецький національний технічний університет, м. Покровськ, Україна

Останні декілька десятиліть спостерігається актуалізація досліджень навколо теми розумної інфраструктури. Рівень теоретичної бази та технічного розвитку дозволяє розробку та проектування подібних систем. Саме вирішення задачі створення розумних міст, громадських просторів та будинків основною у цьому напрямку.

Одним з напрямів вирішення завдання є Всеосяжний Інтернет (IoT), попит на який наразі лише зростає. Всеосяжний Інтернет (IoT) – це концепція мереж передачі даних між різноманітними фізичними об'єктами для побудови системи, у якій ці об'єкти здатні взаємодіяти один з одним. Особливістю таких систем є наявність, окрім стандартних можливостей отримання, передачі інформації, процес обробки інформації. У певних випадках отримуємо мережу з децентралізованої роботи з інформацією. Останнє є альтернативою хмарної обробки даних на противагу сучасним центрам обробки та розподілу.

За інформацією сайту www.loriot.io можна бачити функціонування більш ніж 10 млрд. пристроїв, які використовують зазначену технологію. Даний етап розвитку характеризується розгалуженням Всеосяжного Інтернету по двох основних напрямках: Інтернет Речей (IoT) та Промисловий Інтернет Речей (IIoT). Основна відмінність полягає в галузі використання. Промисловий варіант потребує більш високого рівня відповідності показникам швидкості, якості та надійності функціонування модулів.

Активною фазою початку розвитку Інтернету речей можна вважати 2009 рік. За відносно короткий час свого існування технології Інтернету речей демонструють високі темпи зростання:

- світові витрати у 2021 році складають один трильйон доларів;
- автоматизація будинків зросла на 42%;
- за рік в усьому світі Інтернет речей заробив приблизно 212 мільярдів доларів;
- на 2020 рік кількість активних пристроїв 31 мільярдів;
- до 2025 року планується зростання кількості пристроїв до 75 мільярдів зі зростанням прибутків до 1.3 трильйони доларів [1].

Схематично Інтернет Речей може складатися з наступних основних складових: у якості доступу виступають користувачі та датчики, розподілом займаються ланки передачі, а ядром є система обробки. Така трирівнева модель дуже зручно розподіляє границі розробки [2].

Важливо, що на цю мить відсутнє уніфіковане рішення для технології розумної інфраструктури. Усе залежить від напряду використання майбутньої системи та умов розгортання.

Особливо актуальним проблема спостерігається на території України, де велика кількість міст та селищ за своїм рівнем зручності та комфортну життя вже давно застаріли у технічному сенсі. Наразі, можна виділити основної метою саме оновлення таких міст за рахунок внесення сучасних функціональних рішень. Для цього необхідним є розробка мережевого рішення. Не слід забувати про ситуацію зі світовою пандемією, що склалася за останні кілька років та демонструє різке зростання попиту на дистанційні, автоматизовані та інтуїтивні системи для усіх галузей життя [3].

На ринку надання послуг IoT велика кількість фірмових стандартів. Можна виділити гомогенні та гетерогенні рішення. Саме гомогенні дозволяють досягнути максимального рівня децентралізації з наданням кожному з вузлів властивості автономного елемента мережі. Базуючись на останньому запропоновано економічне рішення для утворення інфраструктури мережі збору, передачі та обробки невеликих порцій даних. Такі системи частіше за все мають попит у різноманітних технічних галузях через необхідність постійної передачі спеціальної інформації, також не слід забувати про аграрний сектор з великим територіальним охопленням виробництва і, як наслідок, з необхідністю збирання телеметрії та системами, які базуються на транспортуванні [4].

Для організації мережі з адаптивною зміною маршрутів використано алгоритм Гоморі-Ху. За його результатами маємо мережі з найвищим ступенем захищеності від втрат при виході з ладу модулів. Функціонування системи відбувається за алгоритмом роботи mesh-мереж за стандартом 802.11s. Можна виділити два основні варіанти реалізації стандарту 802.11s: статичний та динамічний. У будь-якому разі вибір залежить від специфічних особливостей інфраструктури та ряду факторів, які залежать від місцевості.

Реалізація прототипу системи відбувається за допомогою модулів Nrf24l01. Їх основними перевагами є можливість організації відносно швидкої передачі невеликих обсягів інформації, легкість у взаємодії з розповсюдженими мікроконтролерами (наприклад, Arduino), достатні параметри потужності, дальність роботи та невелика ціна. За рахунок цього проводиться подальша розробка з інтеграцією алгоритмів та перевіркою функціонування.

Література

1. What-is-iot-the-internet-of-things [Електронний ресурс]: www.networkworld.com – Режим доступу: <https://www.networkworld.com/article/3207535/what-is-iot-the-internet-of-things> – Дата доступу: листопад 2021. – Назва з титул. екрана.
2. New [Електронний ресурс]: www.ncta.com – Режим доступу: <https://www.ncta.com/whats/new/> – Дата доступу: листопад 2021. – Назва з титул. екрана.

3. blog.bismart.com [Електронний ресурс]: blog.bismart.com – Режим доступу: <https://blog.bismart.com> – Дата доступу: листопад 2021. – Назва з титул. екрана.

4. iot-architecture-topology-and-edge-compute [Електронний ресурс]: www.digi.com – Режим доступу: <https://www.digi.com/blog/post/iot-architecture-topology-and-edge-compute> – Дата доступу: листопад 2021. – Назва з титул. екрана.

Анотація

Проведено опис сучасного стану розвитку систем передачі даних з точки зору розвитку децентралізованих систем, зазначено основні тенденції та особливості. Основну увагу зосереджено на мережах з передачею невеликих порцій даних. Запропоновано алгоритми побудови та роботи мережі, а також апаратну базу для реалізації прототипу.

Ключові слова: IoT, розподілена мережа, адаптивні алгоритми, Nrf24l01.

Аннотация

Проведено описание современного состояния развития систем передачи данных с точки зрения развития децентрализованных систем, указаны основные тенденции и особенности. Основное внимание было сосредоточено на сетях с передачей небольших порций данных. Предложены алгоритмы построения и работы сети, а также аппаратная база для реализации прототипа.

Ключевые слова: IoT, распределенная сеть, адаптивные алгоритмы, Nrf24l01.

Abstract

The description of the current state of development of data transmission systems from the point of view of the development of decentralized systems is carried out, the main trends and features are indicated. The main focus was on networks with the transfer of small portions of data. Algorithms for the construction and operation of the network, as well as the hardware base for the implementation of the prototype are proposed.

Keywords: IoT, distributed network, adaptive algorithms, Nrf24l01.

МЕТОДИ ВИКОРИСТАННЯ МЕХАНІЗМІВ ПОШУКУ ЗВОРОТНЬОГО ШЛЯХУ ДЛЯ ЗАХИСТУ МЕРЕЖІ ВІД АТАКИ СПУФІНГА

*Садовніченко М.В., студент, магістрант,
Sadovnichenko.max@gmail.com
Донецький національний технічний університет,
м. Покровськ, Україна*

Механізми пошуку зворотного шляху використовується між мережевими екранами для запобігання втручанню в мережу зловмисників. Він включає в собі перевірку правильності адреси джерела в одержуваних пакетах. Якщо адреса джерела не дійсна, пакети далі не проходять в мережу.

Між мережевими екранами використовує механізми пошуку зворотного шляху для захисту мережі від атаки підробки адреси відправника (атаки спуфінгу). В цьому методі проходить перевірка всіх типів пакетів які проходять через між мережевий екран.

Перевірка пакету відбувається тільки в першому пакеті сесії. Якщо пакет дозволений, то сесія добавляється в таблицю з'єднання, а якщо пакет заборонений то його трафік блокується.

Механізм пошуку зворотного шляху включає в собі два способу перевірки: вільний і строгий. Він також підтримує перевірку маршруту по замовчуванню

В вільному способі пакет повинен бути отриманий від інтерфейса, на якому використовується між мережевий екран для відправки пакету, що повертається. При вільному способі, можливо що механізм буде блокувати законний трафік, якщо він поступає через інтерфейс, який вибраний між мережевим екраном для відправки пакетів що повертаються. Ця проблема виникає коли в мережі присутні асиметричні шляхи.

Реалізація способу включає наступні шляхи:

1. Правильність адресу джерела перевіряється наступним образом:
 - Блокується пакети с адресами джерела(255.255.255.255)
 - Блокуються пакети с нульовими адресами джерела(0.0.0.0) і адресами призначення(Пакети с адресом джерела(0.0.0.0) і адресом призначення(255.255.255.255), може бути пакетом DHCP або BOOT протоколів і таким чином не відкидаються)
2. Аналізується таблиця FIB, якщо адрес джерела вхідного пакета то він пропускається далі.

3. Якщо адреса джерела не знайдений в таблиці FIB, механізм приймає рішення, основане на маршруте по замовчуванню і ключовому слові «маршрут по замовчуванню дозволений»:

- Якщо маршрут по замовчуванню не установлений, пакет блокується.
- Якщо маршрут по замовчуванню доступний, но ключове слово не сформоване, то пакет блокується.
- Якщо маршрут по замовчуванню доступний і ключове слово сформоване, то пакет пропускається.

В строгому способі, адрес джерела повинен знаходитися в таблиці маршрутизацій. Адміністратор може змінити цю поведінку, використовуючи вибір «дозволено по замовчуванню» який дозволяє використання шляху по замовчуванню в процесі перевірки джерела. Крім цього якщо зворотній маршрут до любого джерела вказує на нульовий інтерфейс, то всі пакети які утримують адрес цього джерела блокуються.

Строгий спосіб використовують на практиці в використовуються в мережах, які мають асиметричні шляхи.

Механізми пошуку зворотного маршруту забезпечує ефективний захист локальних мереж від атаки спуфінга і бокує пакети с подробленими адресами від проходження в внутрішню мережу.

За допомогою даного механізму і других послідовно виконуваних функціями і механізмами, між мережевий екран забезпечує повномасштабний захист локальних мереж від несанкціонованого доступу і мережевих атак.

Література

1. Руководство Cisco по усилению защиты устройств Cisco IOS [Електроний ресурс]: [Веб-сайт] – Електронні дані. – Режим доступу: https://www.cisco.com/c/ru_ru/support/docs/ip/access-lists/13608-21.html
2. ARP-spoofing [Електроний ресурс]: [Веб-сайт] – Електронні дані. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ARP-spoofing>
3. Средства противодействия атакам [Електроний ресурс]: [Веб-сайт] – Електронні дані. – Режим доступу: <http://book.itep.ru/6/defence.htm>

Анотація

У статті було розглянуто метод від захисту атаки спуфінгу і методи захисту від цього виду атак. В статті наведено метод налаштування захисту в мережі.

Ключові слова: спуфінг, захист мережі, між мережевий екран, маршрут, пакет.

Аннотация

В статье был рассмотрен метод защиты атаки спуфинга и методы защиты от этого вида атак. В статье приведен метод настройки защиты в сети.

Ключевые слова: ТАК, спуфинг, защита сети, между сетевой экран, маршрут, пакет.

Abstract

The article discusses the method of protection against spoofing attacks and methods of protection against this type of attack. This article describes how to configure network security.

Keywords: spoofing, network protection, between firewall, route, package.

СЕКЦІЯ 2

«Електроніка, радіоелектронні пристрої»

ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА БЕЗДРОТОВОГО МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ В СЕРВЕРНОМУ ПРИМІЩЕННІ

Фіногенов В. І., магістрант, vladyslav.finohenov.kita@donntu.edu.ua;

Лактіонов І. С., д.т.н., доцент, ivan.laktionov@donntu.edu.ua;

Вовна О. В., д.т.н., професор, oleksandr.vovna@donntu.edu.ua

Донецький національний технічний університет, м. Покровськ, Україна

Актуальність теми. Причина перегрівання характерна для будь-якого серверного обладнання. Температура в серверній становить від 18 °С до 26 °С. Проте це крайні межі значень, при яких серверне обладнання гарантовано зберігає повну працездатність. Слід враховувати факт, що різні компоненти сервера працюють в різному температурному режимі. Деякі компоненти розраховані на роботу з дуже високими температурами, проте найслабшою ланкою є накопичувачі інформації. Саме від їх працездатності залежить збереження критичних даних компанії і відсутність простоїв. Для сучасних жорстких дисків рекомендується температурний режим від 25 °С до 45 °С. Вихід за межі цього діапазону веде до різкого збільшення ймовірності збою. В умовах офісного серверного приміщення практично неможливо забезпечити потрібний температурний режим цілодобово. На сьогодні актуальним є віддалений моніторинг технологічних об'єктів і процесів, тому система ґрунтується на бездротовій передачі даних. Також доступ до інформації можна отримати в будь-який час [1].

Мета дослідження. Розробка структурної схеми та обґрунтування компонентної бази для електронної системи бездротового моніторингу температурного режиму в серверному приміщенні.

Вирішення наукової задачі. Для вирішення задачі було запропоновано за допомогою датчика температури GY-906 та мікропроцесора Arduino Uno вимірювати температуру на жорстких дисках у серверній кімнаті та за допомогою радіо модуля NRF24L0 передавати данні до комп'ютера.

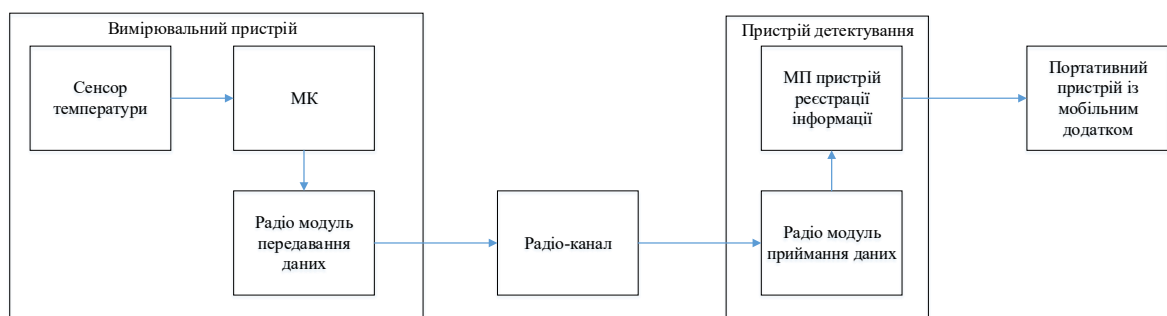


Рисунок 1. Структурна схема Вимірювальний пристрій на базі МК з радіопередавачем. Мікроконтролер теж містить радіоприймач

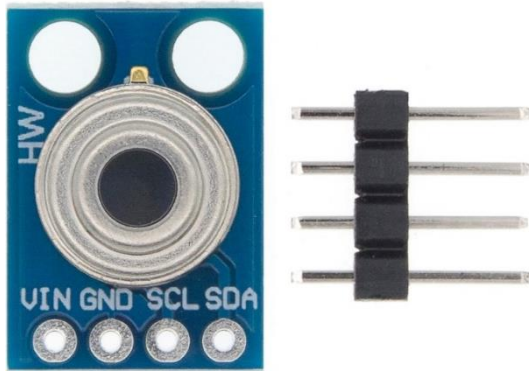


Рисунок 2. Датчик температури GY-906

Модуль датчика температури GY-906 / MLX90614 – це компактний безконтактний датчик температури, який допоможе створити прилади розумного будинку, а також інші роботизовані пристрої та іграшки на базі Arduino. Незважаючи на невисоку вартість, це досить функціональний модуль, який відрізняється чіткістю вимірювання і зроблений з міцного інженерного пластику [2].

Так як датчик безконтактний, то їм зручно вимірювати температури недосяжних предметів або об'єктів з незручною поверхнею. Дана модель має діапазон вимірювання від -70 до 380 градусів

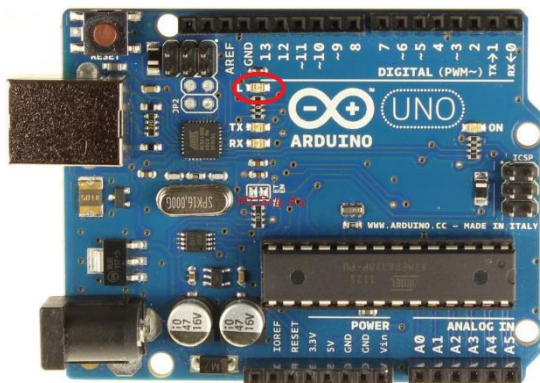


Рисунок 3. Мікроконтролер Arduino Uno

Arduino Uno – це пристрій на основі мікроконтролера ATmega328. До його складу входить все необхідне для зручної роботи з мікроконтролером: 14 цифрових входів/виходів (з них 6 можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів), 6 аналогових входів, кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єм USB, роз'єм живлення, роз'єм для внутрішнього схемного програмування (ICSP) і кнопка скидання. Для початку роботи з пристроєм досить просто по-

дати живлення від AC / DC-адаптера або батарейки, або підключити його до комп'ютера за допомогою USB-кабелю [3].

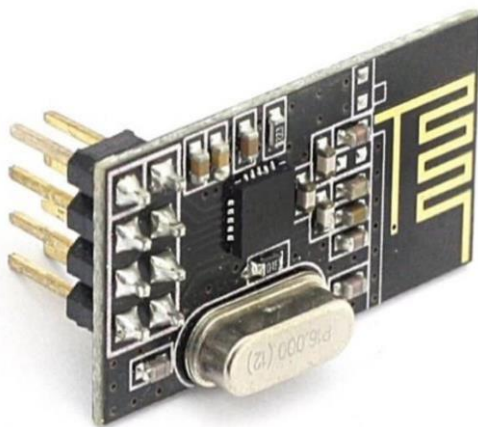


Рисунок 4. Радіо модуль NRF24L01

Радіо модуль NRF24L01 2,4 ГГц трансивер використовується в макетах і проектах на мікроконтролерах для передачі отриманих з датчиків або оброблених даних на відстань за допомогою бездротового зв'язку. Ця інформація використовується для моніторингу та реєстрації дати і часу, а також для управління з її допомогою різними пристроями. Радіо модуль NRF24L01 2,4 ГГц трансивер має колодку з 8 контактів для управління і живлення, а також двох контактів заземлення [4].

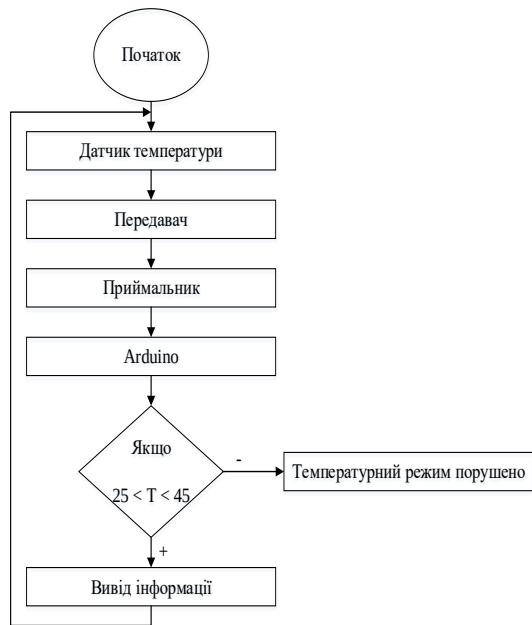


Рисунок 5. Блок-схема роботи системи

Етапи роботи системи:

(а) датчики прикріплюються до жорстких дисків,

(б) датчики починають вимірювати температуру,

(в) програма передає отримані дані по бездротовому каналу до комп'ютера та обробляє їх.

Висновки. Було досягнуто наступних результатів: пропонована система забезпечує безперервний контроль температури; сигнали, що генеруються датчиками, обробляються мікроконтролером; оброблені дані передаються по радіоканалу NRF24L01; отримані дані передаються на комп'ютер.

Література

1. Причины убрать серверы из офиса. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://selectel.ru/blog/10-prichin/>
2. Бесконтактный датчик температуры GY-906. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ampermarket.kz/sensors/climate/temperature-gy-906-mlx90614esf/>
3. Arduino Uno. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Uno>
4. Радио модуль NRF24L01. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/radio-modul-nrf24l01/>

Анотація

Представлені вимоги до температурного режиму для сучасних жорстких дисків для участі у міжрегіональній науково-практичній конференції молодих учених «ТАК» – телекомунікації, автоматика, комп'ютерно-інтегровані технології» та публікації у збірнику матеріалів конференції. Розроблена електронна система бездротового моніторингу температурного режиму в серверному приміщенні.

Ключові слова: TAK, GY-906, Arduino Uno, NRF24L01.

Аннотация

Представлено требования к температурному режиму для современных жестких дисков для участия в межрегиональной-научно-практической конференции TAK и публикации в сборнике материалов конференции. Разработана электронная система беспроводного мониторинга температурного режима в серверном помещении.

Ключевые слова: TAK, GY-906, Arduino Uno, NRF24L01.

Abstract

The temperature requirements for modern hard drives for participate in the TAC and publication are presented. An electronic system for wireless monitoring of the temperature regime in the server room has been developed.

Keywords: TAC, GY-906, Arduino Uno, NRF24L01.

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ВІБРАЦІЙ НА ОСНОВІ РАДІОМОНІТОРИНГУ

*Щербинін В.О., магістрант,
vladyslav.shcherbynin.kita@donntu.edu.ua;*

Лактіонов І.С., д.т.н., доцент, ivan.laktionov@donntu.edu.ua;

*Вовна О.В., д.т.н., професор, oleksandr.vovna@donntu.edu.ua;
ДонНТУ, Покровськ, Україна*

Актуальність. Електронна система, яка була розроблена призначена для постійного контролю вібрацій на станках, за рахунок безперервного аналізу та збору даних, що працює на основі радіо контролю вібрації. Дана система дозволить подовжувати термін придатності станків, а саме механічних складових станку й витратних компонентів (фреза, свердло) та підвищить якість продукту, що виготовляється. Також система забезпечить зниження відсотку браку продукції в ході її вироблення.

Мета – подовження терміну експлуатації станку та підвищення якості продукції шляхом створення і впровадження електронної системи радіоконтролю вібрації в режимі реального часу.

Розв’язання задачі. Дана система розроблена на основі мікроконтролера ArduinoUNO. Система складається з датчика акселерометра, який знімає дані зі станка, далі сигнал надходить до мікроконтролера, а потім до радіо модуля NRF24L01 (див. рис. 1 – Радіо модуль NRF24L01). Дані, які були передані до радіо модуля, відсилаються на інший модуль, який приєднано до персонального комп’ютера де і проходить обробка даних зі станка.

Аналіз даних, що проходить у спеціально підготовленій системі дозволить подовжити термін експлуатації станку, шляхом того, що на основі обробленої інформації будуть виконуватися корегувальні дії безпосередньо в програмі самого станку, а саме в ЧПК.

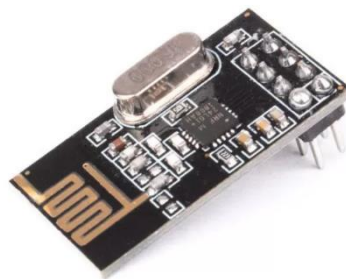


Рисунок 1 – Радіо модуля NRF24L01[1]

Сенсор GY-521 який створено на основі датчика MPU-6050 наведено на рисунку 3. Цей датчик має в собі акселерометр, гіроскоп та сенсор температури. В ході аналізу даного датчика було виявлено підтягуючий резистор інтерфейсу I²C. Осі виявлення напрямків акселерометра зображено на рисунку 2.[2]

У результаті досліджень було розроблено блок-схему головної програми, яку наведено на рисунку 4. В ході розробки системи контролю вібрацій, в якій використовується технологія радіопередачі, було створено структурну схему, яку наведено на рисунку 5: ДТ – датчик акселерометр; ЛЗ – лінія зв'язку; МКА – мікроконтролер ArduinoUNO; МКС – мікроконтролер, що встановлено на станку, РМ1 – радіо модуль передачі, РМ2 – приймальний радіо модуль. В ході роботи було розпочато створення електронного пристрою, який повинен аналізувати вібрацій під час роботи свердла (фрези) промислового станка.

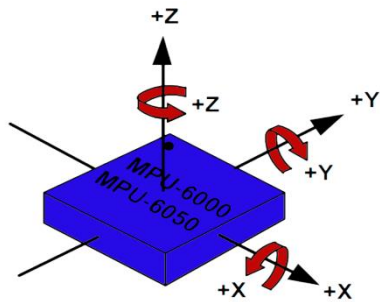


Рисунок 2 – Осі виявлення напрямків акселерометра



Рисунок 3 – Фотографія зовнішнього вигляду датчика GY-521[2]

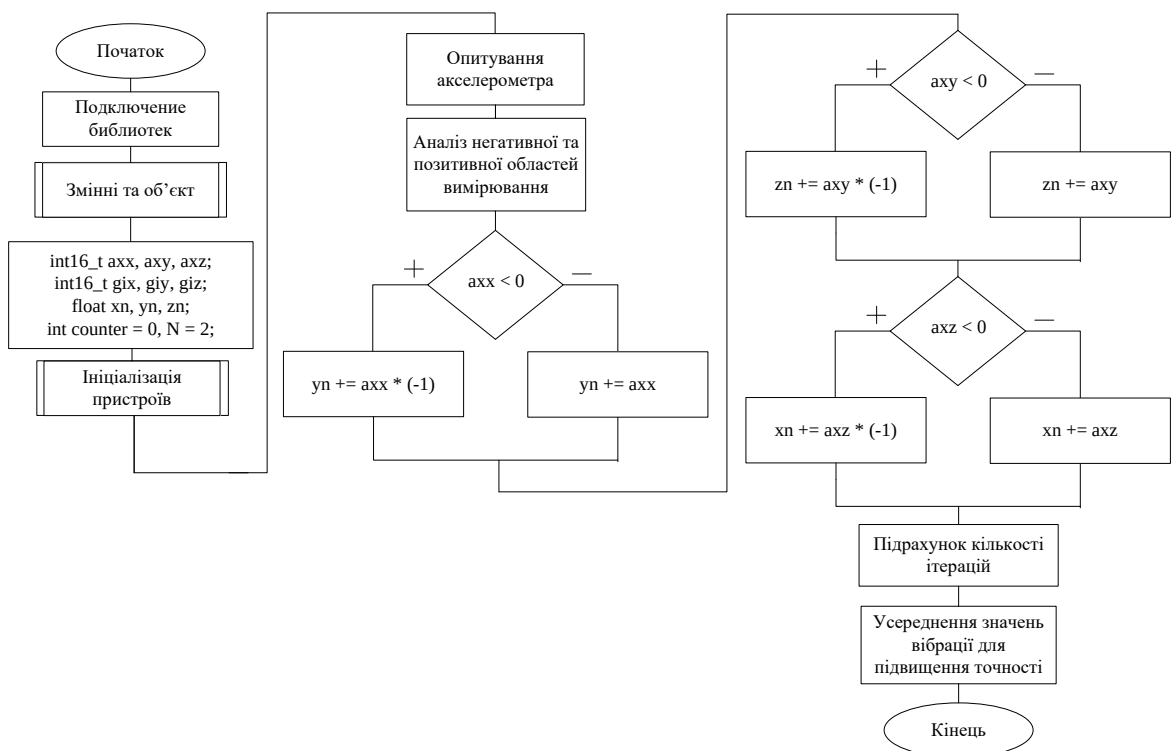


Рисунок 4 – Блок-схема програми

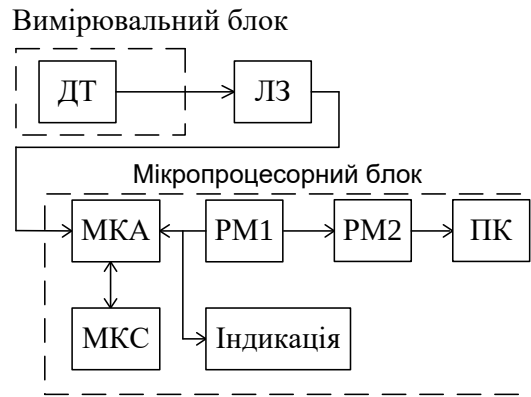


Рисунок 5 – Структурна схема

Висновок. В ході проведення експериментальної частини дослідження було проаналізовано ефективність даної системи, що в свою чергу задовольняло поставлені на початку роботи задачі. Система працює стабільно та виводить точні результати, що й надає можливість вчасно реагувати на ті чи інші несправності в роботі самого станку. За час обрання способу шляхом якого й буде працювати система, а саме який тип датчика обрати, було проаналізовано багато різних сенсорів, серед яких не тільки акселерометр, а також і датчики температури та деформації.

Література

1. Сайт паяльник : [Електронний ресурс] : Радио модуль NRF24L01. – Режим доступу: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/radio-modul-nrf24l01/>. – Загл. з екрану.
2. Сайт паяльник : [Електронний ресурс] : Акселерометр и гироскоп MPU6050. – Режим доступу: <https://схем.net/mc/mc324.php>. – Загл. з екрану.

Анотація

Розробка електронної системи контролю вібрацій, що передає інформацію за рахунок впровадженної системи радіопередачі. Така система дозволить подовжувати терміни експлуатації станків та покращить якість продукту, що виготовляється. Оператор буде мати змогу передбачати певні поломки та аварійні ситуації.

Ключові слова: Вібрація, система, контроль, радіо.

Аннотация

Разработка электронной системы контроля вибраций, передающей информацию за счет внедренной системы радиопередачи. Такая система позволит продлевать сроки эксплуатации станков и улучшить качество изготавливаемого продукта. Оператор будет иметь возможность предвидеть определенные поломки и аварийные ситуации.

Ключевые слова: Вибрация, система, контроль, радио.

Abstract

Development of an electronic vibration control system that transmits information through the implemented radio transmission system. Such a system will extend the service life of the machines and improve the quality of the manufactured product. The operator will be able to anticipate certain breakdowns and emergencies.

Keywords: Vibration, system, control, radio.

ЕЛЕКТРОНА СИСТЕМА БЕЗДРОТОВОГО КОНТРОЛЮ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОВЕНЕЙ

*Семеністий К.О., магістрант,
kostiantyn.semenisty.kita@donntu.edu.ua;
Лактіонов І.С., д.т.н., доцент, ivan.laktionov@donntu.edu.ua;
Вовна О.В., д.т.н., професор, oleksandr.vovna@donntu.edu.ua
Донецький національний технічний університет,
м. Покровськ, Україна*

Актуальність теми. Як відомо, повінь – це одне з наднебезпечних стихійних лих, що призводить як до значних матеріальних збитків, так і людських жертв [1]. Відповідно до загальнодоступних джерел інформації сучасні рішення контролю повені є малоефективними та не надають можливості раннього попередження критичної ситуації [2]. Відповідно прогнозування, попередження та зменшення впливу такого стихійного лиха як повінь є актуальною темою досліджень.

Мета дослідження. Розробка структурної схеми та обґрунтування компонентної бази для електронної системи бездротового контролю та прогнозування повеней.

Вирішення наукової задачі. З метою вирішення поставленої задачі було запропоновано розробити систему бездротового контролю та прогнозування повеней. Розроблена система має надавати можливість дистанційного контролю, базуватися на використанні сучасних безконтактних лазерних рівнемірів і мати можливість обробки та збереження інформації в онлайн режимі.

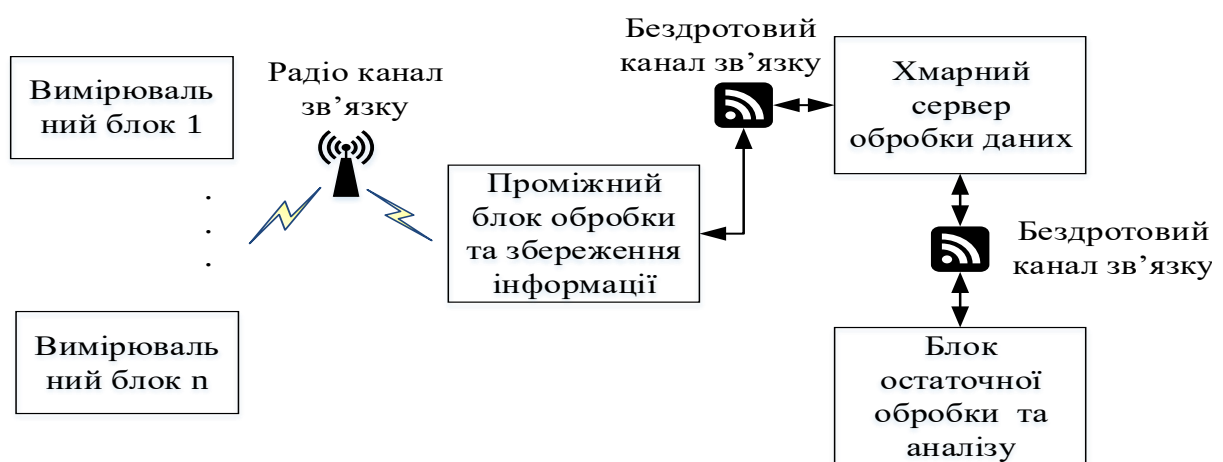


Рисунок 1. Структурна схема система бездротового контролю та прогнозування повеней

Як наглядне рішення розроблено макет вимірювального приладу з використанням доступних елементів: мікроконтролер Arduino Uno, ультразвуковий датчик відстані jcn-sr04t, 2 радіо модуль передачі NRF24L01.



Рисунок 2. Ультразвуковий датчик відстані jcn-sr04t

Arduino Uno – це контролер, що збудовано на основі мікроконтролера ATmega328. До складу цієї платформи входять: 14 цифрових входів/виходів (з яких 6 можливо використовувати як ШІМ-виходи), 6 аналогових входів, кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єм живлення, роз'єм USB, роз'єм для внутрішнього схемного програмування (ICSP) і кнопка перезавантаження. Для роботи з платформою необхідно надати живлення від комп'ютера з допомогою USB кабелю, батареї або адаптера AC/DC [4].



Рисунок 3. Мікроконтролер Arduino Uno

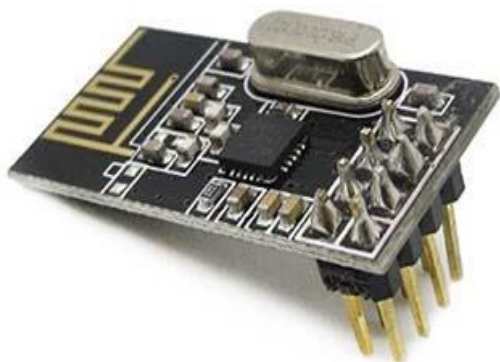


Рисунок 4. Радіо модуль NRF24L01

Jcn-sr04t – є широкодоступним ультразвуковим датчиком відстані, що без проблем поєднується з Arduino та іншими мікроконтролерами. До складу входять плата-приймач та герметичний передавач на кабелі. Вимірює відстань до об'єкта через затрачений час на відбиття згенерованої звукової хвилі від вимірювальної поверхні. Діапазон вимірювань 25-500 см, точність вимірювань ± 0.5 см [3].

Радіо модуль NRF24L01 – це високоінтегрована мікросхема, що працює на частоті 2.4 ГГц зі швидкістю передачі до 2 Мбіт/с (можна налаштувати на 2, 1, 0,25 Мбіт/с). Має невелику відносну вартість, доступність на ринку та підходить як для роботи як в невеликих домашніх проектах, так і для промислових систем керування. Довжина зв'язку до 100 м [5].

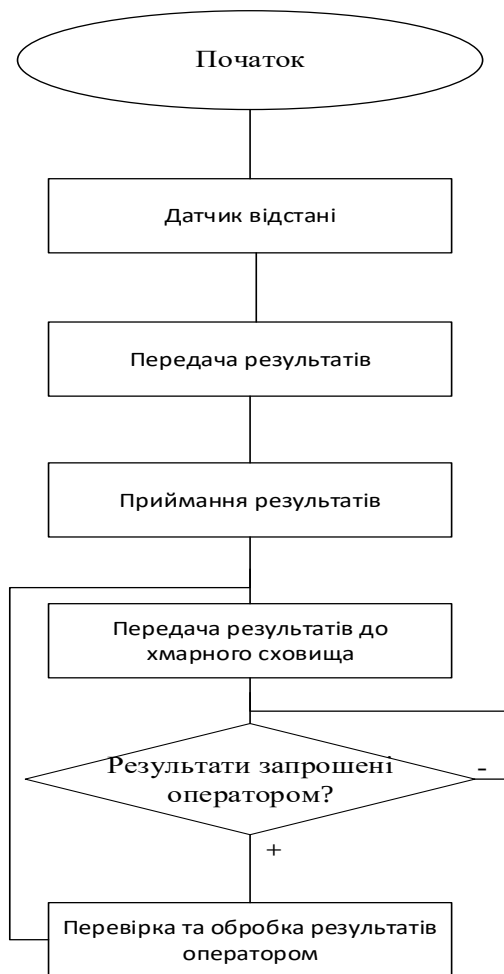


Рисунок 5. Блок-схема роботи системи

Етапи роботи системи:

(а) датчики встановлюються на декількох ділянках водоймища для досягнення достатньо точних результатів вимірювання.

(б) датчики починають вимірювати рівень води та передавати данні на модуль радіо зв'язку.

(в) результати вимірювань з допомогою радіо каналу зв'язку надаються до проміжного блоку для первинної обробки.

(г) отриманні данні методом бездротового зв'язку надходять до хмарного сховища для подальшого зберігання та аналізу.

(д) за необхідністю інформація надходить до відповідної особи (оператора), що проводить остаточне коригування та аналіз даних.

(ж) якщо оператор вважає результати контролю некоректними, то виконується детальна перевірка системи, прогнозування можливих наслідків лиха, що наближається, впроваджу-

ються заходи з нейтралізації причин.

Такі результати було досягнуто: розроблена електронна модель системи бездротового контролю та прогнозування повеней, що надає можливість бездротового контролю та обробки інформації; досягнуто надійне зберігання та постійний доступ до результатів вимірювання завдяки використанню хмарного сховища; використання хмарного сховища надає можливість прогнозування можливих критичних значень шляхом аналізу масиву вимірів. Використання наведеної моделі надає можливість контролю нестабільної ситуації на небезпечних водоймищах в реальному часі, що безсумнівно допоможе зменшити або навіть нейтралізувати руйнівні наслідки такого стихійного явища як повінь.

Література

1. Тодорова Д. БЕЗВОЗВРАТНЫЕ ПОТЕРИ В РЕЗУЛЬТАТЕ НАВОДНЕНИЙ/ Д. ТОДОРОВА, Р. ЕТОВА, ЦВ. МИХАЙЛОВА// СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ: МЕДИЦИНСКИЕ, СОЦИАЛЬНЫЕ И ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ. сборник трудов конференции 2016. – С.883-898

2. Лепих Я.И. Автоматизированная система мониторинга уровня воды в открытых водоемах/ Я. И. Лепих, Ю. Я. Бунякова, Ю. В. Крышнев, П. А. Снегур // Геофизический журнал 2019. – Т. 41 – № 6. – С.223-231

3. Датчик расстояния ультразвуковой влагозащищенный JSN-SR04T. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mini-tech.com.ua/datchik-rasstoyaniya-ultrazvukovoy-vlagozashchishchenniy-jsn-sr04t>

4. Arduino Uno. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno>

5. Подключение Arduino nrf24L01. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://arduino-master.ru/datchiki-arduino/arduino-nrf24l01-podkluchenie/>

Анотація

Розроблена електронна модель системи бездротового контролю та прогнозування повеней і відповідний зразковий прилад як практичне рішення для участі у міжрегіональній науково-практичній конференції молодих учених «ТАК» – телекомунікації, автоматика, комп'ютерно-інтегровані технології та публікації у збірнику матеріалів конференції. Розглянуто особливості ультразвукового датчика відстані jcn-sr04t, радіо модуля NRF24L01 та мікроконтролеру Arduino Uno.

Ключові слова: повінь, ТАК, jcn-sr04t, Arduino Uno, NRF24L01, хмарне сховище.

Аннотация

Разработана электронная модель системы беспроводного контроля и прогнозирования наводнений и соответствующий образцовый прибор как практическое решение для участия в межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых «ТАК» и публикации в сборнике материалов конференции. Рассмотрены особенности ультразвукового датчика расстояния jcn-sr04t, радиомодуля NRF24L01 и микроконтроллера Arduino Uno.

Ключевые слова: наводнение, ТАК, jcn-sr04t, Arduino Uno, NRF24L01, облачное хранилище.

Abstract

An electronic model of a system for wireless monitoring and forecasting of floods and a corresponding exemplary device have been developed as a practical solution for participation in the interregional scientific and practical conference of young scientists "TAK" and publications in the collection of conference materials. The features of the jcn-sr04t ultrasonic distance sensor, the NRF24L01 radio module and the Arduino Uno microcontroller are considered.

Keywords: flood, TAK, jcn-sr04t, Arduino Uno, NRF24L01, cloud storage.

БЕЗДРОТОВА МЕТЕОСТАНЦІЯ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА

Робак А.І., бакалавр;

Демура Ю.Ю., бакалавр;

Гуляєша О.М., к.пед.н, доцент, e.gulesha@gmail.com;

*Дніпровський державний технічний університет,
м. Кам'янське, Україна*

Швидкий прогрес у розвитку високих технологій та інтеграція електроніки призвели до помітного збільшення кількості і якості обчислювальних та електронних пристроїв, які на сьогоднішній день усюди оточують людину у повсякденному житті. Таким чином, говорячи про проектування сучасного оточуючого середовища, не можна ігнорувати необхідність використовувати технологічні досягнення, що можуть покращити життя людини. Широке різноманіття засобів автоматизації дедалі збільшує спектр функціональних можливостей інтелектуальних систем – від забезпечення базових потреб людини у безпеці та комфорті до впровадження умов заощадження споживчих ресурсів. Чітке розуміння можливостей систем автоматизації дає потужний інструмент у вирішенні функціональних задач різної складності [1].

З кожним роком автоматизація будівель користується все більшою популярністю серед власників будинків завдяки своїй ефективній і безпечній роботі. Однією з основних функцій системи автоматизації є можливість керувати мікрокліматом в приміщенні з урахуванням параметрів навколишнього середовища. Крім управління кліматом в приміщенні в функції бездротової метеостанції в даній роботі входить визначення рівня температури, вологості і тиску за межами житлового будинку.

Вимірювання температури і вологості повітря в приміщенні, а також за його межами в даному проекті здійснюється за допомогою датчиків DHT11 і DHT22 [2]. Даний тип датчиків був обраний для даного проекту з огляду на їх невисоку вартість і необхідним технічним характеристикам.

Кожен з цих датчиків складається з двох основних частин: резистивного датчика і 8-ми бітного мікроконтролера. Резистивний датчик являє собою два електроди нанесені на підкладку, які зверху покриті шаром матеріалу, що змінює свою провідність в залежності від рівня вологості, а для зміни температури застосовується термістор.

Мікроконтролер, розташований всередині датчика призначений для аналогово-цифрового перетворення сигналів і виведення показників в цифровому форматі, що зручно для зчитування даних з допомогою мікроконтролерів.

У метеостанціях обов'язково передбачено вимірювання тиску повітря, для цих цілей застосовується датчик BMP180, який дозволяє вимірювати аб-

солотний тиск повітря. Датчик абсолютного тиску BMP180 зроблений компанією Bosch, широко застосовується для створення погодніх станцій і вимірювання висоти польоту в літальних апаратах і зарекомендував себе як надійний і високоточний пристрій.

Особливістю даного датчика є наявність двох режимів передискретизації, кожен з яких відповідає своєму рівню швидкості дискретизації і енергоспоживання, що дозволяє вибрати необхідний режим в залежності від необхідної точності вимірювань. Для функцій метеостанції буде доцільно вибрати стандартний режим вимірювань, що забезпечує достатню точність вимірювань і низьке енергоспоживання, а також великий робочий температурний діапазон -40 до $+85$ °C, необхідний для правильного функціонування датчика в вуличних умовах.

Застосування обраних датчиків DHT22 для визначення температури і вологості повітря і BMP180 для абсолютного тиску дозволяють створити метеостанцію з низькою вартістю і рівнем споживання електроенергії, достатньо високою точністю і високою стійкістю до зовнішніх кліматичних впливів, що особливо важливо при значних перепадах температури в зоні установки і роботи метеостанції.

Однією з функцій системи автоматизації є попередження мешканців при загорянні в приміщенні або при витокі газу, для виконання цього завдання застосовується датчик широкого спектра газів MQ-2.

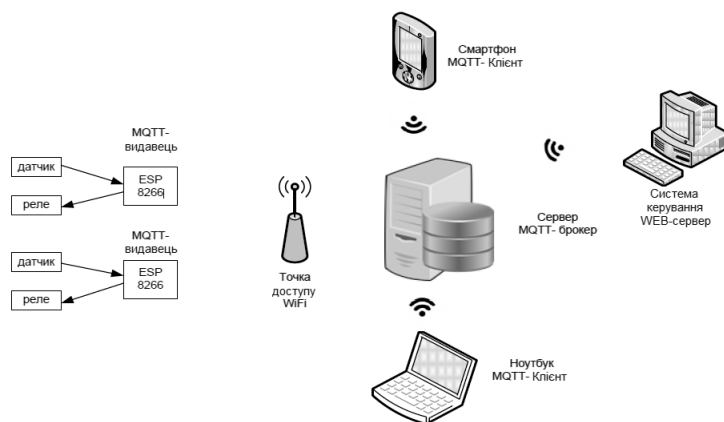


Рисунок 1. Структурна схема метеостанції із бездротовим зв'язком з сервером

широкого спектра газів таких як: бутан, пропан, водень, дим і нафтовий газ. Таким чином, застосування даного датчика дозволить створити надійну систему моніторингу вмісту сторонніх газів у повітрі.

Результатом даної роботи є система, яка забезпечує бездротовий зв'язок між головним і підлеглими пристроями за допомогою протоколу MQTT [3], і віддалене керування системою засобами Home Assistant [4, 5].

Проведена робота дозволила розробити функціональну схему (рис.1) системи, яка є основою для розробки модульної бездротової метеостанції. Інструментом, що встановлює зв'язок між головним пристроєм і підлеглими

Принцип роботи датчика заснований на зміні опору з діоксиду олова, який нанесений на нагрівачається керамічну трубку, при нагріванні до певної температури чутливий шар реагує на молекули газу, змінюючи свій опір. Даний датчик має малий час реагування, а також володіє високою чутливістю до

пристроями, виступило ПО Home Assistant. Можливості і правильна настройка протоколу MQTT забезпечили правильну і налагоджену роботу бездротової системи. Інструментом віддаленого управління системою виступив веб-інтерфейс ПО Home Assistant.

Література

1. Acharjya D.P. Internet of Things: Novel Advances and Envisioned Applications / D.P. Acharjya, M.K. Geetha. — Springer, 2017. — 311 p.
2. Блоги по электронике [Электронный ресурс]: Датчики температуры и влажности DHT11 и DHT22. — 2011. — Режим доступа: <http://electronicslab.ru/blog/mcu/46.html>
3. Интернет вещей. [Электронный ресурс]: Протокол MQTT — 2015. — Режим доступа: <http://i-o-t.ru/protokol-mqtt/>
4. Open Source Home Automation Tools [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. — Режим доступа: <https://opensource.com/tools/home-automation>
5. Home Assistant [Электронный ресурс]: [Веб-сайт]. — Режим доступа: <https://www.home-assistant.io/>

Анотація

Представлена структурна схема системи моніторингу кліматичних параметрів на основі сервера Home Assistant із бездротовим зв'язком між її елементами. Розглянуто застосування протоколу MQTT для організації взаємодії сервера метеостанції із виносними датчиками.

Ключові слова: Інтернет речей, метеостанція, MQTT, ESP8266.

Аннотация

Представлена структурная схема системы мониторинга климатических параметров на основе сервера Home Assistant с беспроводной связью между ее элементами. Рассмотрено применение протокола MQTT для организации взаимодействия сервера метеостанции с выносными датчиками.

Ключевые слова: Интернет вещей, метеостанция, MQTT, ESP8266

Abstract

The block diagram of the system of monitoring of climatic parameters on the basis of the Assistant server with wireless communication between its elements is presented. The application of the MQTT protocol for the organization of interaction of the weather station server with remote sensors through the MQTT protocol is considered.

Keywords: Internet of Things, weather station, MQTT, ESP8266.

СТАТИЧНІ ТИРИСТОРНІ КОМПЕНСАТОРИ

Стадніченко А.С., студент, artem.stadnichenko.kita@donntu.edu.ua;

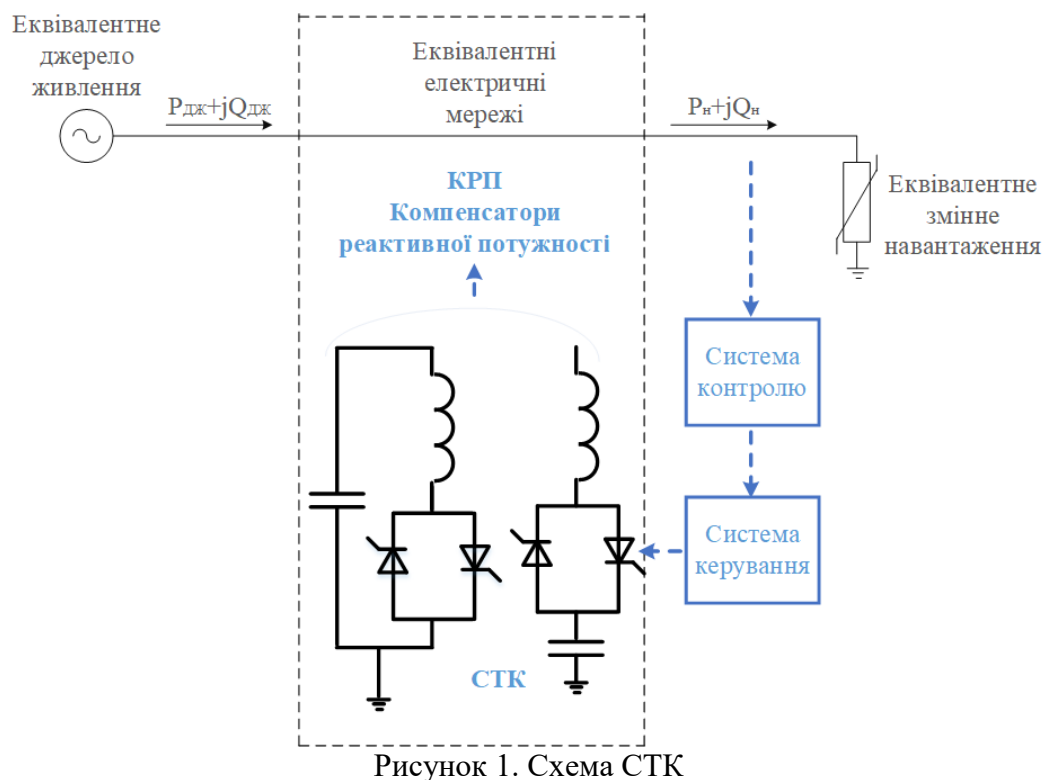
Шейна Г.О., к.т.н., доцент, ganna.sheina@donntu.edu.ua

ДонНТУ, Покровськ, Україна

Підключення однофазного різкозмінного навантаження до енергосистеми призводить до небалансу активної та реактивної потужностей. Небаланс реактивної потужності – це коливання напруги, перевантаження ліній електропередачі та збільшення втрат електроенергії.

За допомогою компенсаторів реактивної потужності досягається керування потоками реактивної потужності та регулювання режимними параметрами.

У цій статті розглянуті СТК – статичні тиристорні компенсатори (рис. 1).



Промисловість в основному оснащена великою кількістю машин, що обертаються, які споживають значну реактивну потужність. Система контролю виконують локальні вимірювання трифазних напруг та струмів на навантаженні. Обчислюється потік реактивної потужності у кожній фазі. Наступним кроком визначається необхідна ємність, щоб компенсувати цю реактивну потужність навантаження.

Головна вимога до місць встановлення джерел реактивної потужності – це необхідність їх розміщення ближче до споживачів реактивної потужності

з метою зменшення потоків реактивної потужності мережею. При виборі типу КРП (компенсаторів реактивної потужності) керуються аналізом їх можливості роботи як в режимі генерації, так і споживання реактивної потужності; можливість зміни реактивної потужності дискретно або плавно; можливість резервного збільшення реактивної потужності генерації; рівень втрат активної потужності в КРП при генерації реактивної потужності; й експлуатаційні характеристики.

Статичні тиристорні компенсатори – це пристрої, які складаються з керованого реактора, некерованої батареї конденсаторів і пристрою керування. Вони можуть як генерувати, так і споживати реактивну потужність; керування реактивною потужністю є плавним; розрізняють послідовне

$$Q_{CTK} = \frac{U^2}{x_L - x_C} \quad (1)$$

і паралельне з'єднання реактора і батареї конденсаторів.

$$Q_{CTK} = \pm \left(\frac{U^2}{x_L} - \frac{U^2}{x_C} \right) \quad (2)$$

На рис.2 показаний приклад підключення СТК на шини 330 кВ. Від'ємне значення реактивної потужності означає генерацію реактивної потужності в мережу. У разі зміни параметрів режиму система керування змінює потужність генерації СТК.

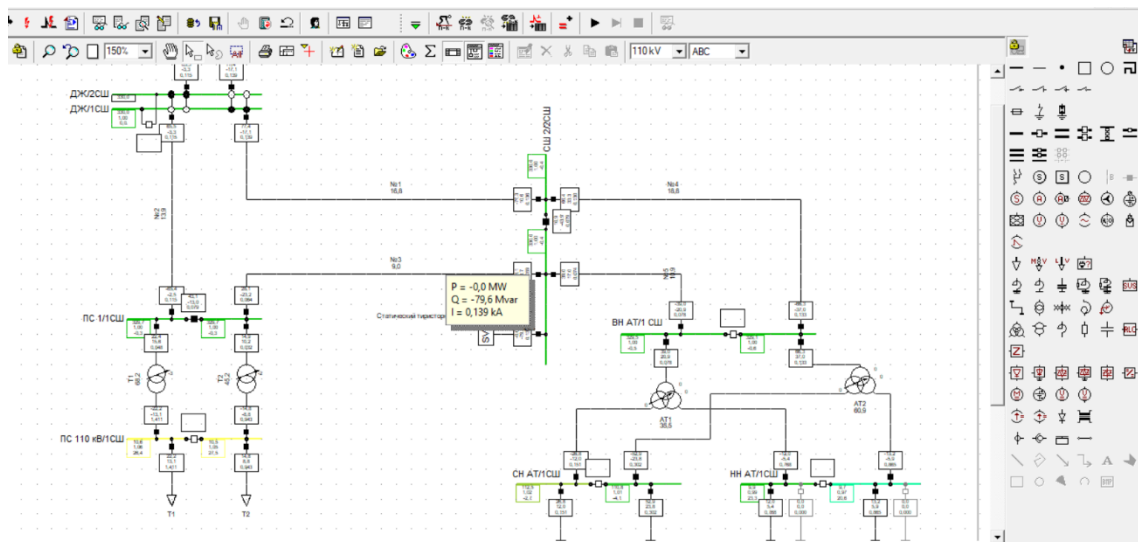


Рисунок 2. Модель ділянки системи

Розглянутий принцип побудови СТК можна використовувати також при проектуванні регульованих джерел реактивної потужності на основі існуючих конденсаторних батарей, якщо доповнювати їх тиристорно-реакторними групами.

Література

1. DIgSILENT PowerFactory 15 User Manual Online Edition / DIgSILENT GmbH, Germany, 2013 – 1427 с

Анотація

Представлені схеми керування джерел реактивної потужності. Розглянуто особливості паралельної і послідовної схем статичних тиристорних компенсаторів. Показано, що існуючі конденсаторні батареї можна доповнювати тиристорно-реакторними групами.

Ключові слова: джерела реактивної потужності, статичних тиристорних компенсаторів, батареї конденсаторів.

Аннотация

Представлены схемы управляемых источников реактивной мощности. Рассмотрены особенности параллельной и последовательной схем статических тиристорных компенсаторов. Показано, что существующие конденсаторные батареи могут быть дополнены тиристорно-реакторными группами.

Ключевые слова: источники реактивной мощности, статические тиристорные компенсаторы, батареи конденсаторов.

Abstract

Schemes of controlled reactive power sources are presented. Features of parallel and series circuits of static thyristor compensators are considered. It is shown that existing capacitor banks can be supplemented with thyristor-reactor groups.

Keywords: reactive power sources, static thyristor compensators, capacitor banks.

КОНЦЕПЦІЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ КОНЦЕНТРАЦІЇ ТВЕРДИХ ДОМІШОК В АТМОСФЕРІ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЙ ІoT

Штепа О. А., к.т.н, доцент, olexandr.shtepa@donntu.edu.ua

Постнов А. О., студент, andrii.postnov.kita@donntu.edu.ua

Любищенко О. М., к.ф.-м.н, доцент,

olena.lyubymenko@donntu.edu.ua

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,

м. Покровськ, Україна

Проблема забруднення навколишнього середовища людиною зростає разом з технологічним розвитком нашої цивілізації. Негативний вплив викидів антропогенного характеру вже має наслідки не тільки локального, але й планетарного масштабу. Серед основних видів забруднень, які може виокремити сучасна наука (теплове, звукове, хімічне, радіаційне забруднення) саме забруднення атмосфери небезпечними викидами вважається найбільш небезпечним з точки зору безпосереднього впливу на здоров'я людини. Причиною тому в першу чергу є те, що повітря є незамінним ресурсом, а джерела забруднення атмосфери зазвичай розташовуються саме там, де мешкають або працюють споживачі цього ресурсу. За результатами оцінки Всесвітньої організації охорони здоров'я, близько 90 відсотків населення дихає неякісним повітрям, а забруднення повітря є причиною смерті 7 мільйонів людей щороку [1]. При цьому якість повітря в приміщеннях має більш значний вплив на людину, оскільки час перебування людини у приміщенні більший ніж перебування назовні. Розробка та впровадження системи управління якістю повітря в приміщеннях має важливе значення з точки зору профілактичного запобігання цілому ряду захворювань [1]. Невід'ємною частиною таких систем є система моніторингу якості повітря. Точне, вчасне та зручне визначення концентрації забруднюючих домішок в повітрі (твердих або газоподібних) є запорукою якісного управління якістю повітря.

Останні роки у сфері моніторингу параметрів мікроклімату помітне зростання цікавості до технологій Інтернету речей (IoT), хмарних та периферійних обчислень, що підтверджується значною кількістю проектів подібних систем [3 - 5]. Дійсно, застосування цих технологій робить зручним та доступним проектування систем моніторингу довкілля на основі сучасних мережевих технологій, засобів дротового та бездротового зв'язку, хмарних обчислень тощо. Водночас слід відзначити існування певних проблеми, з якими стикаються розробники. Технології IoT (інтерфейси, протоколи зв'язку, сервіси збереження, відображення та обробки даних тощо) дозволяють будувати системи з великою кількістю сенсорів, що у свою чергу зумовлює можливість забезпечення отримання максимально повноцінної інформації про стан контрольованих параметрів навіть з приміщень складної геометрії, де існує значна неоднорідність цих параметрів. Але з іншого боку

зрозуміло, що збільшення кількості застосовуваних сенсорів призводить до значного зростання кошторису проекту. Сенсори з високими технічними та метрологічними параметрами можуть складати більшу частину ціни системи навіть у випадку невеликої кількості таких компонентів у складі. Намір використати значно більше найдорожчих компонентів системи зробить розробку проекту економічно не вигідною. Розв'язання цієї проблеми можливе за рахунок використання більш доступних сенсорів. Моніторинг концентрації твердих домішок та аерозолів у повітрі може здійснюватися за допомогою низки ефективних методів (гравіметричний метод, метод вимірювання на основі бета-променів, метод вимірювання резонансної частоти тощо), але найбільш доступні сенсори будуються на принципі розсіювання світла для вимірювання частинок [4, 5]. Цей метод не лише дозволяє створити дешевші сенсори, але й значно технологічніший за, скажімо, гравіметричний (який вважається чи не найточнішим) і може використовуватись в автоматичному режимі без частого втручання обслуговуючого персоналу. Водночас найдоступніші оптичні сенсори концентрації твердих домішок у повітрі (Sharp GP2Y1010AU0F, Nova SDS011, PMS3003) мають значно гірші метрологічні характеристики. Переваги використання таких сенсорів викликали останнього часу цікавість до вивчення особливостей та розробки методів поліпшення метрологічних характеристик подібних пристроїв та сприяли проведенню ряду досліджень, у яких проаналізовано фактори похибки та запропоновано методи визначення компенсаційних коефіцієнтів для доступних оптичних датчиків концентрації пилу у повітрі, методи їх калібрування та компенсації впливу на результати вимірювань збурюючих факторів: температури та вологості [5]. Необхідність застосування процедури калібрування та компенсації та загальна тенденція до використання периферійних обчислень разом із хмарними [6] вимагає використання у складі системи мікроконтролерів з достатньою обчислювальною потужністю (наприклад подібних до ESP8266 або ESP32), що дозволить використовувати досить складні процедури автоматичного калібрування на основі аналізу результатів вимірювань з великої кількості сенсорів у системі в реальному часі та застосування складної обробки цих даних. Актуальним можна вважати підхід до проектування систем моніторингу параметрів середовища в умовах закритих приміщень, що базується на використанні вже існуючої там інфраструктури зв'язку (наприклад WiFi). Підтвердженням цієї ідеї може виступати періодичний випуск різними розробниками мікроконтролерів з підтримкою одночасно кількох загально вживаних технологій бездротового обміну даними та підвищеними обчислювальними потужностями.

Література

1. World Health Organization, Air Pollution and Child Health-Prescribing Clean Air, WHO, Geneva, Switzerland, 2018, September 2018, [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.who.int/ceh/publications/Advance-copy-Oct24_18150_Air-Pollution-and-Child-Health-merged-compressed.pdf.

2. G. Marques, C. Ferreira, R. Pitarma, Indoor air quality assessment using a CO₂ monitoring system based on Internet of Things, *Journal of Medical Systems*, vol. 43, no. 3, p. 67, 2019.
3. M. Tastan, H. Gokozan, Real-time monitoring of indoor air quality with internet of things-based E-nose., *Applied Sciences*, vol. 9, no. 16, article 3435, 2019.
4. Alfano, B., Barretta, L., Del Giudice, A., De Vito, S., Di Francia, G., Esposito, E., Formisano, F., Massera, E., Miglietta, M.L., Polichetti, T. A Review of Low-Cost Particulate Matter Sensors from the Developers' Perspectives. *Sensors* 2020, 20, 6819.
5. Cho H, Baek Y. Practical Particulate Matter Sensing and Accurate Calibration System Using Low-Cost Commercial Sensors. *Sensors*. 2021; 21(18):6162.
6. Microsoft, Amazon & Huawei Lead the Overall IoT Platform Landscape in Completeness; ClearBlade & FogHorn Emerge as Leading Edge-Focused IoT Platforms [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.counterpointresearch.com/microsoft-amazon-clearblade-foghorn-emerge-leading-edge-focused-iot-platforms>. Назва з титул. екрану.

Анотація

Запропоновано концептуальний підхід до проектування систем моніторингу параметрів мікроклімату в закритих приміщеннях з урахуванням результатів аналізу існуючих тенденцій у сфері технологій IoT. Обґрунтовано ідеї використання доступних сенсорів, методів підвищення їх метрологічних характеристик (калібрування, компенсація впливу збурюючих факторів) та існуючої інфраструктури зв'язку для цієї задачі.

Ключові слова: Інтернет речей, Сенсор, Калібрування, Компенсація впливу, багатоточкові вимірювання.

Аннотация

Предложен концептуальный подход к проектированию систем мониторинга параметров микроклимата в закрытых помещениях, с учетом результатов анализа существующих тенденций в сфере технологий IoT. Обоснованы идеи использования доступных сенсоров, методов повышения их метрологических характеристик (калибровка, компенсация влияния возмущающих факторов) и существующей инфраструктуры связи для этой задачи.

Ключевые слова: интернет вещей, сенсор, калибровка, компенсация воздействия, многоточечные измерения.

Abstract

A conceptual approach to the design of systems for monitoring the parameters of the microclimate indoors, taking into account the results of the analysis of existing trends in the field of IoT technologies. The ideas of using available sensors, methods of improving their metrological characteristics (calibration, compensation for disturbances) and the existing communication infrastructure for this task are substantiated..

Key words: Internet of Things, Sensor, Calibration, Impact Compensation, Multipoint Measurements.

СЕКЦІЯ 3

«Інформаційні технології»

АНАЛІЗ ГОЛОСОВИХ ПОВІДОМЛЕНЬ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ НАСТРОЮ КОРИСТУВАЧА МОБІЛЬНОГО ТЕЛЕФОНУ

Кравець К. І., бакалавр, kiber@dgma.donetsk.ua;

Шевченко Н. Ю., к.е.н, доцент, natalygustav@gmail.com

Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, Україна

Емоції зазвичай визначають поведінку людини, впливають на рішення, які вона приймає. Саме тому визначення, а в деяких випадках і підтримка гарного емоційного стану користувача мобільного пристрою може відігравати важливу роль при використанні деяких додатків, а особливо тих, що пов'язані з комерцією. У зв'язку з цим, автоматична і об'єктивна діагностика емоційного стану людини представляє практичний інтерес, а розробка мобільного додатку, здатного розпізнавати наявність певної емоції за голосом користувача мобільного пристрою, наприклад, задля покращення його емоційного стану, є актуальним питанням сьогодення.

Пропонується наступна схема розпізнавання емоцій (рис. 1).

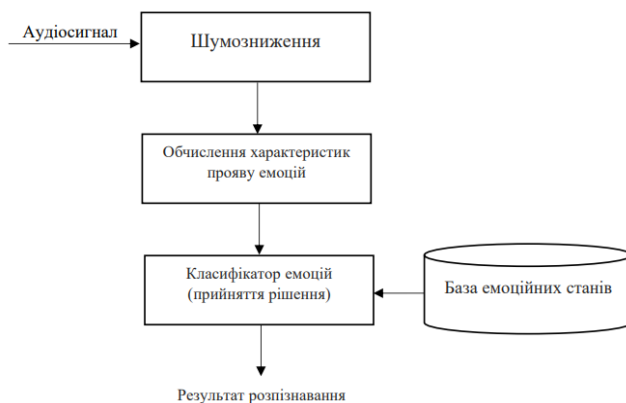


Рисунок 1. Структурна схема системи розпізнавання емоцій користувача за індивідуальними характеристиками голосу

До основних етапів системи розпізнавання емоцій користувача на основі аналізу його голосу через відповіді на певні запитання можна віднести:

1. Шумозниження [1]. У кожному звуковому фрагменті виконується розпізнавання наявності та зменшення амплітуди адитивних стаціонарних шумів за допомогою спектрального віднімання смуг, у яких не фіксується людський голос.

2. Обчислення характеристик прояву емоцій за наборами відрізків відповідей користувача, формування векторів ознак для подальшої класифікації [1]. Простір ознак містить сім акустичних, просодичних та екстралінгвістичних характеристик: висота голосу, сила голосу, відстань між форматами у голосних звуках, тривалість вимови складів, тривалість пауз, наявність кашлю, зітхань, плачу, сміху, зміна інтонації у реченні.

3. Для отримання акустичних характеристик голосу використовуються згладжені спектри широких фонетичних класів, за якими розраховується висота голосу (основний тон), сила голосу та відстань між форматами у голосних звуках [1]. В основі спектрів широких фонетичних класів лежать Вейвлет-перетворення [2]. Характеристики тривалості вимови складів та пауз між словами обчислюються усереднено по реченню, а зміна інтонації у реченні є динамічною просодичною характеристикою. Для спрощення задачі

класифікації інтонаційних особливостей різних мов, часова характеристика інтонації (висота тону) сегментується на наступні ділянки для кожного речення: підвищення тону до кінця речення; підвищення тону на початку речення; спад тону усередині речення; підвищення тону усередині речення. Екстралінгвістичними характеристиками є наявність у фрагментах пауз (шуму) однієї з акустичних подій, притаманних обраним емоціям: кашлю, зітхань, плачу, сміху.

4. На етапі прийняття рішення про емоційний стан користувача використовується сформований набір векторів ознак, який оцінюється за допомогою вирішального правила. Простим класифікатором виступає метод сумішей Гауса, який виконує оцінку приналежності набору векторів ознак до еталонної моделі користувача. Емоційна модель користувача представляє собою дані суміші Гауса, отримані за сьомою характеристиками голосу, і п'ять базових емоційних станів. Відповідність певного набору характеристик до одного з базових емоційних станів визначається за допомогою нейронної мережі, а саме багатошарової нейронної мережі прямого розповсюдження з однорідними нейронами. За методом навчання – навчання з вчителем, за типом вхідної інформації — двійкова мережа. На вході нейронна мережа отримує двійкову інтерпретацію звукової доріжки, а на виході — відповідність звукової доріжки певному емоційному стану.

Для навчання алгоритмів розпізнавання використані дві мовні бази даних, що складаються із записів мовлення, котрі анотуються до передбачуваних емоцій мовця та / або емоцій, сприйнятих групою слухачів:

- Emo_DB (Burkhardt, Paeschke, Rolfes, Sendlmeier & Weiss 2005), яка містить записи десяти акторів, кожен з яких виголошує кілька речень із нейтральним семантичним змістом, вироблених з кожною із семи передбачуваних емоцій: щастя, смутку, гніву, страху, нейтралі, огиди та нудьги;

- Surrey Audio-Visual Expression Emotion (Savee) (Haq, Jackson & Edge 2008), яка містить записи чотирьох акторів, кожен з яких виконує 120 висловлювань, розподілених на сім передбачуваних емоцій: щастя, смутку, гніву, страху, нейтральності, огиди та здивування.

У відповідності до наведеного алгоритму мобільний додаток визначення настрою користувача мобільного телефону має наступний функціонал (з позиції інструмента боротьби зі стресом та поганим настроєм):

- аналіз емоційного стану людини за голосом;
- надання мотиваційних повідомлень протягом дня, базуючись на визначеному настрої (емоційному стані);
- надання гумористичного побажання на день, опираючись на визначений емоційний стан користувача.

Додаток розроблений для ОС Android 5.0 з використанням інструментального засобу розробки додатків Android Studio спільно з Android SDK на мові Kotlin.

У момент першого запуску додатку «Daily mood» користувач потрапляє до вікна реєстрації, де йому пропонується ввести ім'я для персоніфікації взаємодії з додатком (рис. 1).

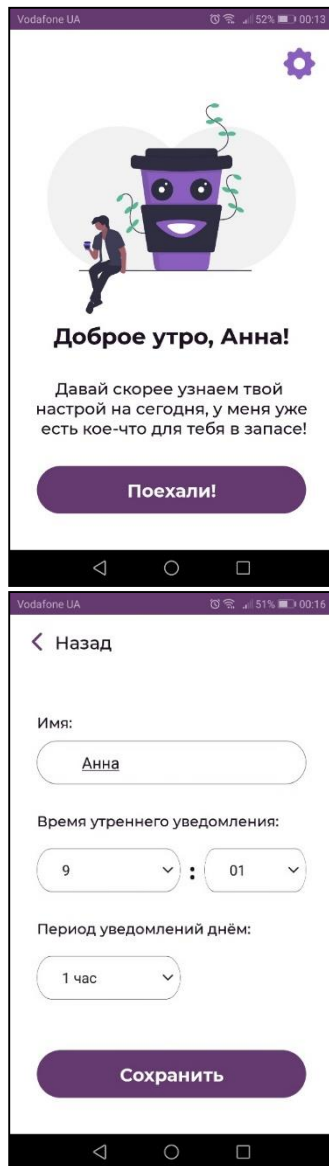
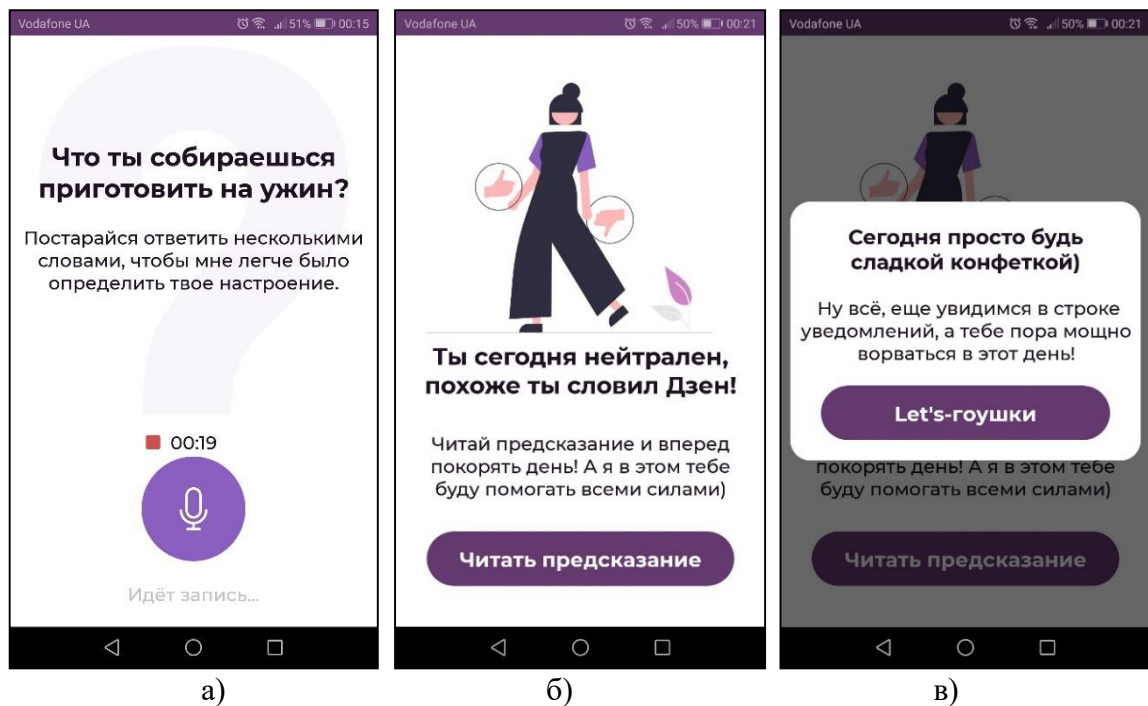


Рисунок 1. Вікна вітання та налаштувань

Після авторизації та кожного наступного разу при запуску додатку користувач потрапляє до вікна вітання, що пропонує розпочати аналіз настрою або перейти до налаштувань.

На наступному етапі користувач потрапляє до вікна питань, де додаток пропонує йому відповісти на 3 різних запитання, послідовно даючи відповідь за допомогою голосу (рис. 2а).

Після аналізу відповідей користувача, за допомогою нейронної мережі, додаток робить висновок про настрій користувача та оголошує його у вікні результату (рис. 2б) та пропонує переглянути побажання на день (рис. 2в).



а) питання; б) аналізу настрою; в) побажання на день

Рисунок 2. Вікна додатку:

Протягом дня після проходження опитування користувачеві будуть надсилатися повідомлення з підбадьорюючими висловами згідно заданого часового інтервалу та поточного настрою користувача. Кожного дня додаток «Daily mood» у визначений ранковий час пропонуватиме власнику мобільного телефону пройти опитування та дізнатися свій настрій.

Запропонований мобільний додаток може стати початком широкого спектру програмних комплексів з аналізу та обробки голосових даних.

Технологія розпізнавання емоційного стану може бути використана у різноманітних сферах, таких як: соціальні мережі, маркет-плейси, медицина, а також відігравати роль потужного інструменту для збору даних про користувача (Big Data).

Література

1. Клименко М. С. Розробка структури системи розпізнавання емоційного стану диктора / М. С. Клименко, Ф. В. Фомін // Штучний інтелект. — 2016. — № 1. — С. 17–26.
2. Вейвлет-преобразование [Електронний ресурс]. — URL: Вейвлет-преобразование (gwyddion.net).

Анотація

Запропонована структурна схема системи розпізнавання емоцій користувача за індивідуальними характеристиками голосу та розглянуті основні етапи цієї системи. Наведений опис розробленого мобільного додатку, здатного розпізнавати наявність певної емоції за голосом користувача мобільного пристрою.

Ключові слова: розпізнавання емоцій, голосові повідомлення, користувач мобільного телефону, мобільний додаток.

Аннотация

Предложена структурная схема системы распознавания эмоций пользователя по индивидуальным характеристикам голоса и рассмотрены основные этапы этой системы. Приведено описание разработанного мобильного приложения, способного распознавать наличие определенной эмоции по голосу пользователя мобильного устройства.

Ключевые слова: распознавание эмоций, голосовые сообщения, пользователь мобильного телефона, мобильное приложение.

Abstract

The flow diagram of the recognition system of user's emotions is offered on individual descriptions of voice and the basic stages of this system are considered. Description over of the worked out mobile application able to recognize the presence of certain emotion on voice of mobile device user is brought.

Keywords: recognition of emotions, vocal reports, user of mobile telephone, mobile application.

НЕЙРОМЕРЕЖЕВА МОДЕЛЬ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ ВЕРТОЛЬОТІВ У ПОЛЬОТНИХ РЕЖИМАХ

Владов С.І., к.т.н., ser26101968@gmail.com;

Янкевич Н.С., yankevich02@gmail.com;

Ходін Д.С., khodinudime@gmail.com

Кременчуцький льотний коледж

*Харківського національного університету внутрішніх справ,
м. Кременчук, Україна*

Авіаційний газотурбінний двигун (ГТД) вертольоту є складною технічною системою. Розвиток підходів моніторингу технічного стану ГТД йде у кількох напрямках: розробка нових фізичних принципів моніторингу, розробка діагностичних засобів та систем, удосконалення алгоритмічних процедур [1]. Актуальність питань моніторингу досить висока, враховуючи, що є тенденції до розробки ГТД з більшими ресурсами та з більшим експлуатаційним навантаженням. Ціна несправності, руйнування чи катастрофи надзвичайно висока, особливо, коли йдеться про людські життя. Розробка систем моніторингу дозволяє підвищити безпеку експлуатації ГТД.

На теперішній час найбільш перспективним є використання нейронних мереж для розв'язання задач моніторингу технічного стану складних технічних систем, перш за все, в галузях, де відсутні способи формального опису досліджуваних об'єктів або явищ. Для розв'язання задач моніторингу технічного стану авіаційних двигунів вертольотів у польотних режимах з використанням нейронних мереж необхідна розробка формальних методів вибору вихідного опису об'єктів, типу нейронної мережі, обґрунтованого вибору алгоритму навчання нейронної мережі і методів оптимізації у процедурі навчання. На теперішній час спостерігається тенденція переходу від програмної до програмно-апаратної реалізації нейромережових алгоритмів [2].

Застосування нейронних при розробці моделей авіаційних ГТД вертольотів має низку незаперечних переваг, оскільки [3]:

- класичні методи апроксимації функцій декількох змінних не дозволяють реалізувати прості механізми вибору структури математичних моделей, у той час як розробка нейромережових моделей базується на використанні стандартних процедур вибору структури нейронної мережі і методів їх навчання;

- реалізація класичних методів інтерполяції на основі сплайн-функцій вимагає значних обчислювальних ресурсів, при цьому забезпечення обчислень у реальному масштабі часу, як правило, проблематично. Багатошарова організація нейронних мереж дозволяє виконувати паралельні обчислення (при апаратній реалізації нейронної мережі), що забезпечує розв'язок задачі апроксимації в реальному масштабі часу;

– за допомогою нейронної мережі досить просто будуються інверсні моделі авіаційних ГТД вертольотів, які використовуються в компенсуючих регуляторах.

На рис. 1 приведена узагальнена структурна схема процесу настройки параметрів (процедури навчання) нейромережевої моделі авіаційного ГТД вертольоту (на прикладі двигуна ТВ3-117 [2]).

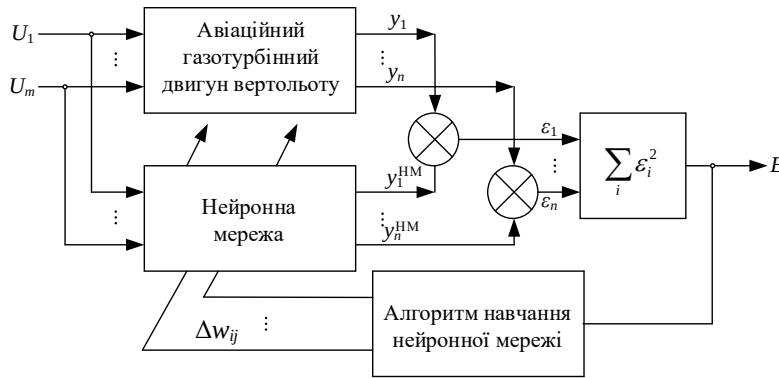


Рисунок 1. Схема навчання нейромережевої моделі авіаційного ГТД вертольоту (на прикладі двигуна ТВ3-117):

$\mathbf{U} = (u_1, u_2, \dots, u_m)^T$ – вектор вхідних (керуючих) впливів;

$\mathbf{Y} = (y_1, y_2, \dots, y_n)^T$ – вектор вихідних параметрів двигуна;

$\mathbf{Y}^{HM} = (y_1^{HM}, y_2^{HM}, \dots, y_n^{HM})^T$ – вектор виходів нейронної мережі; ΔW_{ij} – приріст ваг синаптичних зв'язків нейронної мережі

Перетворення вектора управляючих впливів на вектор вихідних параметрів описується оператором $\mathbf{F}$ (який в загальному випадку може описувати статичну або динамічну модель):

$$\mathbf{Y} = \mathbf{F}(\mathbf{U}). \quad (1)$$

Задача моніторингу авіаційних ГТД вертольотів за допомогою ней-

ронної мережі може бути сформульована наступним чином. За підсумками пропонованих нейронної мережі в процесі навчання множини векторів $(\mathbf{U}_i; \mathbf{Y}_i)$, що утворюють «навчальну вибірку» і отриманих експериментальним шляхом для індивідуального екземпляра двигуна, необхідно відшукати оператор $\mathbf{F}^{HM}$ в класі нейромережевих архітектур, який найкращим чином представляв би (апроксимував) оператор $\mathbf{F}$.

Апроксимація оператора $\mathbf{F}$ оператором $\mathbf{F}^{HM}$ може вважатися найкращою, якщо деякий функціонал від різниці $(\mathbf{Y} - \mathbf{Y}^{HM})$ не перевищує заданої досить малої величини ε_{dod} , що визначає точність апроксимації оператора $\mathbf{F}$:

$$E = \|\mathbf{Y} - \mathbf{Y}^{HM}\| = \sum_i^n \varepsilon_i^2 \leq \varepsilon_{\bar{a}\bar{a}}; \quad (2)$$

Виконання умови (2) забезпечується шляхом навчання нейронної мережі, тобто настройки її параметрів на навчальній вибірці $\{(\mathbf{U}, \mathbf{Y})\}$ і перевіряється на спеціальним чином організованій «тестовій вибірці».

Таким чином, безпосередня побудова нейронної мережі передбачає виконання такої послідовності дій [4]:

Крок 1. Визначення цілей і завдань забезпечення відмовостійкості системи автоматичного управління авіаційним ГТД вертольоту.

Крок 2. Вибір структури і місця включення нейронної мережі.

Крок 3. Вибір алгоритму навчання нейронної мережі.

Крок 4. Формування на основі експериментів (на цифровій моделі з використанням результатів польотних даних) навчальної вибірки.

Крок 5. Навчання нейронної мережі.

Крок 6. Контрастування нейронної мережі (тобто її редукція, спрощення).

Крок 7. Моделювання і налагодження (тестування) алгоритмів управління та контролю системи автоматичного управління з нейронною мережею.

Крок 8. Програмна або апаратна реалізація нейронної мережі.

Література

1. Tudosie A.-N. Aircraft Gas-Turbine Engine's Control Based on the Fuel Injection Control. *Aeronautics and Astronautics*, Intech, Rijeka, Croatia, 2011. 2011. Pp. 305–331.
2. Владов С. І., Шмельова Т. Ф., Шмельов Ю. М. Контроль і діагностика технічного стану авіаційного двигуна ТВ3-117 у польотних режимах за допомогою нейромережових технологій : Монографія. Кременчук : ПП Щербатих А. В., 2020. 200 с.
3. Нейрокомпьютеры в авиации (самолеты): книга 14 / под ред. В. И. Васильева, Б. Г. Ильясова, С. Т. Кусимова. М.: Радиотехника, 2003. 496 с.
4. Васильев В. И., Валеев С. С. Оценка сложности нейросетевых моделей на основе энтропийного подхода. *Нейрокомпьютеры, разработка, применение*. 2004. № 9. С. 10–16.

Анотація

У даній роботі розглядається науково-технічна задача моніторингу технічного стану авіаційних газотурбінних двигунів вертольотів з використанням нейронних мереж. Визначено, що нейронні мережі мають низку переваг порівняно із класичними методами. Запропоновано нейромережову модель моніторингу технічного стану авіаційних газотурбінних двигунів вертольотів у польотних режимах.

Ключові слова: авіаційний двигун, нейронна мережа, вектор ваг синаптичних зв'язків.

Аннотация

В данной работе рассматривается научно-техническая задача мониторинга технического состояния авиационных газотурбинных двигателей вертолетов с применением нейронных сетей. Определено, что нейронные сети обладают рядом преимуществ по сравнению с классическими методами. Предложена нейросетевая модель мониторинга технического состояния авиационных газотурбинных двигателей вертолетов в полетных режимах.

Ключевые слова: авиационный двигатель, нейронная сеть, вектор весов синаптических связей.

Abstract

This paper considers the scientific and technical problem of monitoring of helicopters aircraft gas turbine engines the technical state using neural networks. It has been determined that neural networks have a number of advantages over classical methods. A neural network model for monitoring of helicopters aircraft gas turbine engines technical state in flight modes is proposed.

Keywords: aircraft engine, neural network, synaptic connection weights vector.

НЕЙРОМЕРЕЖЕВА СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ АВІАЦІЙНИМИ ДВИГУНАМИ ВЕРТОЛЬОТІВ У ПОЛЬОТНИХ РЕЖИМАХ

Владов С.І., к.т.н., ser26101968@gmail.com;

Плужник З.І., pluzhnik.2001@gmail.com;

Матусєв А.О., anstony98fender@gmail.com

Кременчуцький льотний коледж

*Харківського національного університету внутрішніх справ,
м. Кременчук, Україна*

В умовах інтенсивного переходу від стратегії експлуатації авіаційної техніки «за ресурсом» до експлуатації «за станом» потрібно особливо пильну увагу приділяти своєчасному та достовірному оцінюванню технічного стану (ТС) повітряних суден, у тому числі вертольотів, та їх силових установок, основними елементами яких є газотурбінні двигуни (ГТД).

Системи оцінки ТС ГТД, що експлуатуються на теперішній час, включають автоматизовані бортові системи контролю та обмеження параметрів, що реалізують метод допускового контролю параметрів (тобто видають сигнал про перевищення (зниження) значень деяких параметрів вище (нижче) допустимого рівня або у разі відмов агрегатів), а також наземну апаратуру, що дозволяє проводити аналіз накопиченої інформації, розпізнавати наявність небезпечного тренду параметрів та прогнозування параметрів ГТД [1]. Моніторинг авіаційних ГТД вертольотів з виявленням причин та локалізацією відмов можливий, як правило, лише із залученням досвідченого інженерно-технічного складу, проведенням ретельного аналізу зареєстрованої при роботі ГТД інформації та потребує значних часових ресурсів.

Особливості авіаційних ГТД вертольотів, як складних технічних систем з суттєво нелінійними характеристиками, обумовлені багатопараметричністю, багато пов'язаністю, нелінійністю процесів, що перебігають в них, а також із багаторежимним застосуванням. Тому оцінювання їх ТС у польоті як реального часу із використанням традиційних математичних апаратів (регресійні моделі, динамічні моделі з урахуванням систем диференціальних рівнянь) вимагає значних машинних і часових ресурсів.

Таким чином, існує проблема створення нових інтелектуальних автоматизованих систем оцінки ТС авіаційних ГТД вертольотів, здатних ефективно розпізнавати відмови, що зароджуються, прогнозувати їх розвиток хоча б на час, достатній для безпечного завершення польоту, і спільно з системами автоматичного управління (САУ) мінімізувати їх вплив на працездатність ГТД або своєчасно інформувати екіпаж.

Перелічені задачі можуть бути ефективно вирішені за допомогою нейронних мереж (НМ) – потужного методу імітації процесів та явищ, що до-

звояє відтворювати надзвичайно складні залежності та подолати «прокляття розмірності» при обробці великої кількості змінних. НМ, що складаються з діючих паралельно простих елементів (нейронів), ґрунтуються на простій біологічній моделі нервової системи людини і можуть виконувати функції, які є важкими як для традиційних комп'ютерів, так і для людини. Результати проведених раніше досліджень свідчать про те, що обчислювальні системи, побудовані на нейромережевих алгоритмах, значно перевершують існуючі комп'ютери за критерієм «ефективність–вартість» [2].

У даній роботі синтез нейромережевої САУ авіаційних двигунів вертольотів проводився за допомогою пакету прикладних програм Neural Network Toolbox системи MATLAB, у якій реалізовано три нейрорегулятори: регулятор прогнозу NN Predictive Controller; регулятор на основі моделі авторегресії зі ковзним середнім NARMA-L2 Controller; регулювальник на основі еталонної моделі Model Reference Controller. На рис. 1 показана структурна схема пропонованої нейромережевої САУ двигуна вертольоту Mi-8MTB, розроблена Simulink. Ця структура включає блок керованого

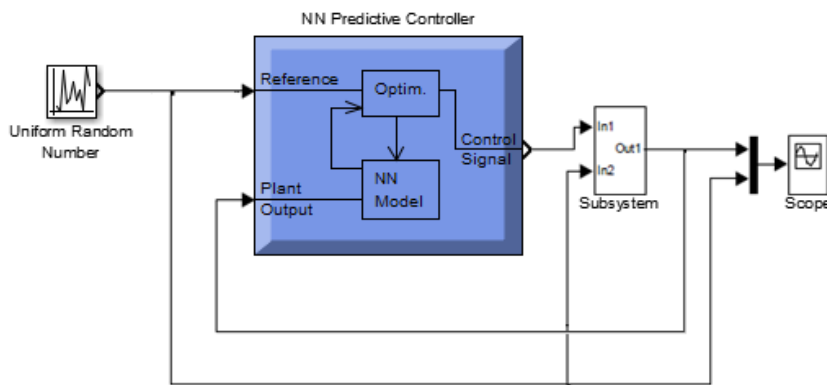


Рисунок 1. Схема нейромережевої САУ двигуна вертольоту Mi-8MTB з нейрорегулятором NN Predictive Controller

об'єкта (Subsystem) та блок регулятора NN Predictive Controller, а також блоки генерації еталонного ступінчастого сигналу з випадковою амплітудою Random Reference, блок побудови графіків [3].

Нейрорегулятор навчається на основі нейромодулятора на базі методу зворотного поширення помилки. Для навчання нейромодулятора визначається багатошарова мережа прямого розповсюдження з випадково вибраними вагами та навчальний набір, що складається з пар мережевого входу – бажаного виходу $\{X, D\}$, а також вихідного значення мережі Y .

Програма генерації навчальної послідовності генерує навчальні дані шляхом впливу низки випадкових східчастих сигналів на модель Simulink керованого об'єкта (двигуна). Графіки вхідного і вихідного сигналів об'єкта управління виводиться на екран (рис. 2, а). Після закінчення генерації навчальної послідовності передбачається або прийняти дані, згенеровані, або відмовитися від них.

Відомо, що у процесі навчання нейронної мережі вектори входу є числовими масивами вибірок, що відповідає груповому поданню даних. Динаміка зміни помилки навчання, а також перевірки на контрольному і тексто-

вій множині відображаються у вікні, зображеному на рис. 2, б. Після завершення навчання результати відображаються на графіках, як це показано на рис. 2, в.

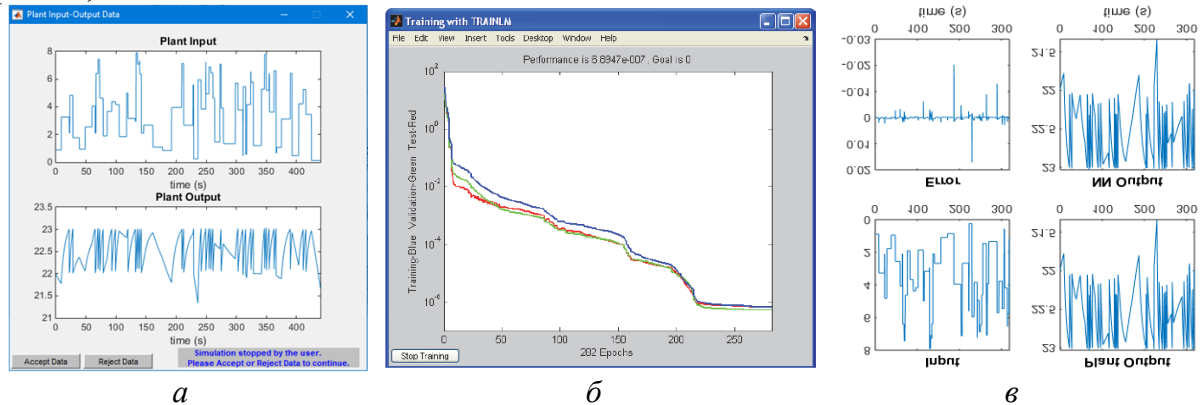


Рисунок 2. Процес навчання нейронної мережі: а – графіки вхідного і вихідного сигналів при генерації навчальної послідовності; б – вікно контролю процесу навчання; в – результати тренування моделі

Результат тренування мережі залежить від початкового значення ваг нейронної мережі w_{ij} і кількості циклів навчання $N_{\text{ц}}$. У даній роботі для кожного варіанту мережі вибиралося кілька десятків початкових точок розрахунку, кількість циклів навчання, по закінченні яких помилка навчання переставала зменшуватися, склало 300...400.

Література

1. Новиков А. С., Пайкин А. Г., Сиротин Н. Н. Контроль и диагностика технического состояния газотурбинных двигателей. Москва, Наука, 2007. 469 с.
2. Баранов С. И., Валеев С. С., Васильев В. И. Нейрокомпьютеры в авиации. Москва, Радиотехника, 1997. 496 с.
3. Синтез нейрорегулятора NN Predictive Controller для управління трьохмасовою електромеханічною системою / Васи́лець Т. Ю., Варфоломієв О. О., Тютюн Р. В., Алфьоров Ю. О., Власов А. О. *Системи обробки інформації*. 2017. Випуск 3 (149). С. 88–95.

Анотація

У роботі виконано синтез нейрорегулятора NN Prediction Controller для вирішення задачі моніторингу технічного стану авіаційних газотурбінних двигунів гелікоптерів у реальних режимах роботи шляхом розробки моделі нейромережевої системи у програмному пакеті MATLAB Simulink.

Ключові слова: авіаційний двигун, технічний стан, нейрорегулятор.

Аннотация

В работе выполнен синтез нейрорегулятора NN Prediction Controller для решения задачи мониторинга технического состояния авиационных газотурбинных двигателей вертолетов в реальных режимах работы путем разработки модели нейросетевой системы в Simulink программного пакета MATLAB.

Ключевые слова: авиационный двигатель, техническое состояние, нейрорегулятор.

Abstract

In this work, the synthesis of the NN Prediction Controller neuroregulator was performed to solve the problem of monitoring of helicopters aircraft gas turbine engines technical state in real operating modes by developing a model of a neural network system in Simulink of the MATLAB software package.

Keywords: aircraft engine, technical state, neuroregulator.

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СЦЕНАРІЮ ТА ЛОГІКИ ІГРОВОГО АНТАГОНІСТИЧНОГО 2D-ДОДАТКУ В ЖАНРІ «АРЕНА»

Дмитрієва О.А., д.т.н., проф., olga.dmytriyeva@donntu.edu.ua

Кролевець В.І., бакалавр, vadim.krolevets.knt@donntu.edu.ua

Донецький національний технічний університет, Покровськ, Україна

На сьогоднішній день відеоігрова індустрія є однією з найпопулярніших і найприбутковіших сфер в ІТ світі [1]. Окрім безпосередньої розробки самих ігор завдяки ігровим рушіям можна відновляти зображення при проведенні медичних досліджень, відтворювати спеціальні ефекти в кіно, реалізовувати доповнену реальність. Вклад рушіїв в наукову сферу, а саме в космічні дослідження (імітація гравітації для об'єкту, побудова ландшафту планети та інш.), в тренажерну симуляцію підготовки фахівців (медичного персоналу, персоналу, що забезпечує функціонування небезпечних об'єктів, пілотів, військових, дизайнерів і т.п.) було б неможливим без сучасних технологій обробки фізичних закономірностей, графіки і моделювання з використанням ігрових рушіїв.

Сучасні технології розробки відеоігор суттєво відрізняються від тих, що спостерігалися ще декілька років тому [1], сучасна ігрова індустрія має велику кількість безкоштовних і потужних рушіїв, які орієнтовані на різні платформи, жанри, віртуальні середовища.

В даній роботі використовувався безкоштовний ігровий рушій Unreal Engine 4 [2], який написаний на мові програмування C++ та підтримує створення ігрових додатків, 3D-моделей, тренажерів, спеціальних ефектів для фільмів (зокрема «Зоряні війни», «Мандалоріанець», «Аватар» та інш.). Можливості для створення ігор в Unreal Engine дозволяють розробникам займатися дизайном та логікою гри, не перетинаючись між собою, це досягається завдяки можливостям внутрішньої мови програмування Blueprint. У складі технології Unreal Engine також наявні фізичний рушій, штучний інтелект, управління системними та мережевими файлами, багатофункціональний редактор UnrealEd, що забезпечує редагування рівнів і ресурсів в реальному часі на основі моделювання поведінки об'єктів з використанням конструктивної блочної стереометрії.

Сюжет гри, що розроблялася, розповідає про двох безіменних магів з ворогуючих кланів, які зустрілись в свій останній час, щоб дізнатися, хто з них найсильніший маг. Гравець бере на себе управління одним з магів і починає змагатися з опонентом, поки не програє або переможе.

Гра повинна бути динамічною, та легкою у використуванні [3]. Гравець повинен стріляти в різних напрямках, поєднуючи все з бігом і стрибками. Персонаж має обмежену кількість життєвих показників. Коли персонаж втрачає останній показник життя, він програє, а інший перемагає. На ігровому полі весь час знаходяться обидва персонажі та платформи, по яким

герої можуть пересуватися. Кожен з гравців може наносити пошкодження своєму супротивнику, за певних умов блокувати його здібності, втрачати та відновлювати сили.

Проектування програмної системи та опис логіки здійснювався на основі побудови UML-діаграм. На рис. 1 зображена UML-діаграма програмного додатку, що описує процеси взаємодії персонажів. Обидва персонажа змагаються між собою, Hrbar показує динаміку зміни здібностей у кожного з гравців. За результатами взаємодії гравців формуються вікна поразки (перемоги).

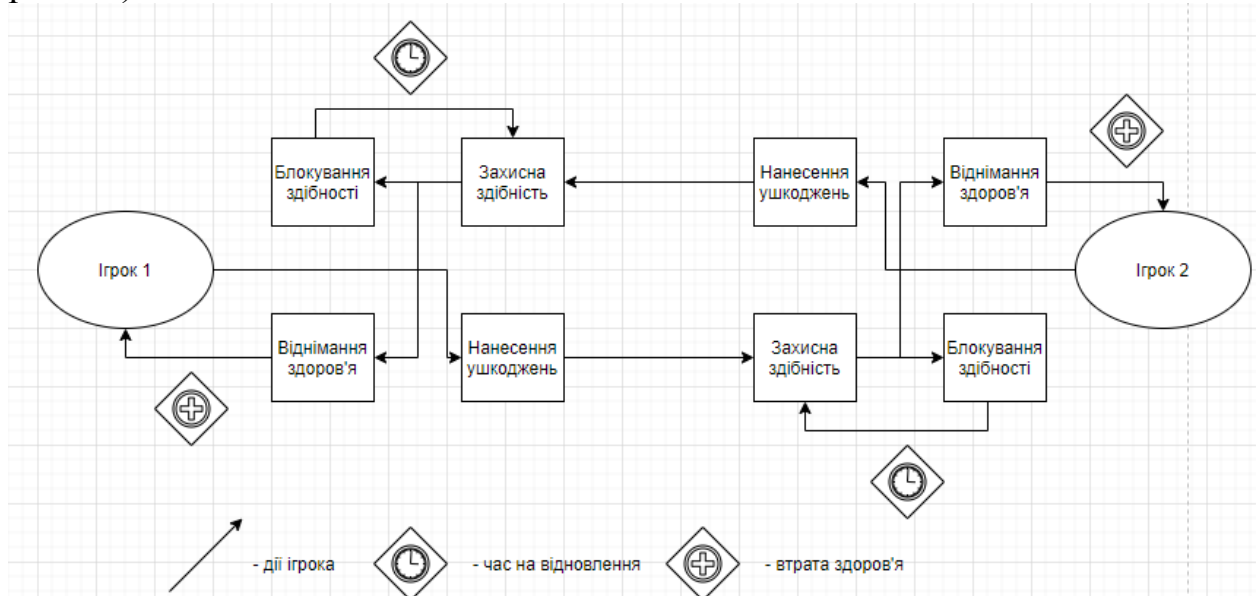


Рисунок 1. UML-діаграма взаємодії гравців

Також при проектуванні програмного додатку використовувалися UML-діаграми прецедентів, де кожен прецедент — це набір дозволених дій, які управляють системою за допомогою діалогу з актором. Крім зв'язку між акторами і прецедентами на діаграмах представлено і відносини між прецедентами. Відносини включення використовуються для копіювання описів, якщо в системі є фрагмент, який повторюється в декількох прецедентах. Відносини розширення використовується, якщо є прецедент, подібний до іншого, але набагато ширше його, крім того, при побудові моделі розширений прецедент може доповнювати поведінку базового, для цього в базовому передбачено наявність точок «розширення». Діаграма послідовностей в роботі використовувалася для опису взаємодії об'єкта в рамках одного прецеденту. Основним завданням такої діаграми є забезпечення впорядкованої за часом взаємодії об'єктів.

Для формування сцен гри використовувалися спеціальні мапи середовища Unreal Engine 4, за допомогою яких створювалися текстури, шейдери, освітлення, платформи, декоративні об'єкти.

Вигляд головного персонажу (рис. 2) є однією з самих важких частин

в розробці гри. Персонаж має бути несхожим на інших подібних персонажів з других ігор, мати тематичний одяг. Тому якщо команда розробників не має у своєму складі дизайнера, то пошук спрайтів, або зображень для своєї гри, становиться важкою, а в деяких випадках навіть неможливою справою. Тому було прийнято рішення, використовувати безкоштовний набір ассетів Unreal Engine 4 [2].

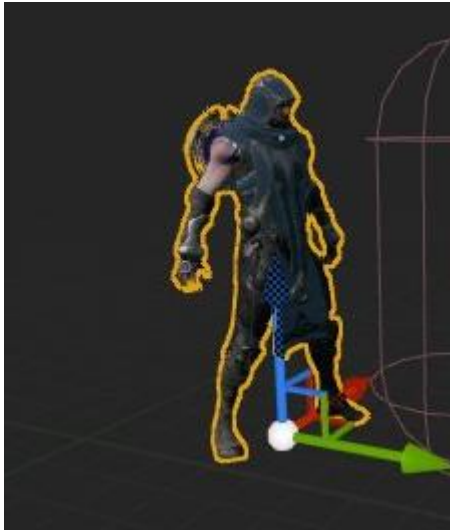


Рисунок 2. Модель головного персонажа



Рисунок 3. Колізія вогняної кулі при переміщенні

Тестування ігрового додатку проводилося за множиною напрямків, серед яких тестування функціональності, відповідності, навантаження, бета-тестування. Функціональні тести було спрямовано на пошук проблем всередині самого додатку (питання стійкості, пошук механічних проблем, цілісність ігрових активів, оцінювання часових затримок) та в інтерфейсі гри. Тестування відповідності було спрямовано на форматування стандартних повідомлень про помилки, обробку даних з карти пам'яті. Тестування навантаження визначало вплив кількості гравців на потужність ММО сервера, кількість активних спрайтів на екрані, число потоків, колізії об'єктів (рис. 3) та персонажів при пересуванні.

Остаточним результатом даної роботи є унікальна та динамічна гра, в якій можна змагатися з іншим гравцем (гравцями), використовуючи здібності персонажа.

Література

1. Популярність відеоігор в ІТ-сфері. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/ukr/publications/2018/09/11/640413/>
2. Системні характеристики Unreal Engine 4.[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.native-game.com/ue4-docs/get-started/tehnicheskie-harakteristiki/>
3. Диксит А. Теория игр. Искусство стратегического мышления в бизнесе и жизни/ А. Диксит, Б. Нейлбафф. – М.: «Манн, Иванов и Фербер». - 2015. – 464 с.

Анотація

В роботі досліджено та реалізовано процеси створення ігрового додатку на базі рушія Unreal Engine 4. Розроблено сценарій, логіку, основні методи і алгоритми антагоністичної 2D гри, спроектовано програмну систему засобами C++, Blueprint, UnrealEd. Методи, що використовувалися в роботі, базуються на основних принципах теорії ігор, теорії алгоритмів, структур даних, об'єктно-орієнтованого програмування, комп'ютерної графіки. Проектування програмного додатку здійснювалося з використанням UML-діаграм. Для формування сцен гри використовувалися спеціальні мапи середовища Unreal Engine 4, за допомогою яких створювалися текстури, шейдери, освітлення, платформи, декоративні об'єкти. Тестування ігрового додатку проводилося за множиною напрямків, серед яких тестування функціональності, відповідності, навантаження, бета-тестування. Практичним результатом є розроблений працездатний ігровий додаток в жанрі «арена».

Ключові слова: ігровий додаток, логіка, сценарій, рушій Unreal Engine, мова C++, Blueprint, UML-діаграма, тестування

Аннотация

В работе исследованы и реализованы процессы создания игрового приложения на базе движка Unreal Engine 4. Разработаны сценарий, логика, основные методы и алгоритмы антагонистической 2D игры, спроектирована программная система средствами C++, Blueprint, UnrealEd. Используемые в работе методы базируются на основных принципах теории игр, теории алгоритмов, структур данных, объектно-ориентированного программирования, компьютерной графики. Проектирование программного приложения осуществлялось с использованием UML-диаграмм. Для формирования сцен игры использовались специальные карты среды Unreal Engine 4, с помощью которых создавались текстуры, шейдеры, освещение, платформы, декоративные объекты. Тестирование игрового приложения проводилось по множеству направлений, среди которых тестирование функциональности, соответствия, нагруженности, бета-тестирование. Практическим результатом является разработанное работоспособное игровое приложение в жанре «арена».

Ключевые слова: игровое приложение, логика, сценарий, движок Unreal Engine, язык C++, Blueprint, UML-диаграмма, тестирование

Abstract

The work investigates and implements the processes of creating a game application based on the Unreal Engine 4. A scenario, logic, basic methods and algorithms for an antagonistic 2D game have been developed, a software system has been designed using C ++, Blueprint, UnrealEd. The methods used in this work are based on the basic principles of game theory, theory of algorithms, data structures, object-oriented programming, computer graphics. The design of the software application was carried out using UML diagrams. To form the scenes of the game, special maps of the Unreal Engine 4 environment were used, with the help of which textures, shaders, lighting, platforms, decorative objects were created. Testing of the gaming application was carried out in many areas, including testing of functionality, compliance, load, beta testing. The practical result is a developed workable game application in the arena genre.

Keywords: game application, logic, script, Unreal Engine, C ++, Blueprint, UML diagram, testing

МОДЕЛЮВАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЯКОСТІ ЗАСВОЄННЯ ПОПЕРЕДНЬОГО МАТЕРІАЛУ НА ПРОГНОЗУВАННЯ ОЦІНОК СТУДЕНТІВ З ОКРЕМОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мельников О.Ю., к. т. н., доцент, alexandr@melnikov.in.ua
Бобрик А.В.

*Донбаська державна машинобудівна академія,
м. Краматорськ, Україна*

Оцінка засвоєного студентами у межах навчальної дисципліни матеріалу, а також об'єктивність проведення цього контролю знань є одними з основних елементів визначення якості освіти [1]. Відомо, що рівень засвоєння індивідуумом нових знань залежить насамперед від його старанності та базового рівня знань, що є майже постійним за період навчання, тому різке відхилення у процесі оцінювання може свідчити про наявність проблем, об'єктивних і суб'єктивних факторів, які здійснюють вплив на освітній процес. Усі освітні компоненти на відповідному рівні вищої освіти, перелік навчальних дисциплін і логічну послідовність їх вивчення, кількість кредитів ЄКТС, а також очікувані результати навчання та компетентності, які повинен опанувати здобувач відповідного рівня вищої освіти, містяться в освітній програмі [2]. Структурно-логічна схема підготовки надається у вигляді мережі міждисциплінарних зв'язків і діє протягом всього строку реалізації відповідної програми підготовки. Отже, одним з чинників, що впливають на оцінку, яку отримує здобувач освіти (студент) з окремої дисципліни, є оцінки з «забезпечуючих» дисциплін, тобто тих, що передують цій.

Для удосконалення керівництва навчальним процесом на випусковий кафедрі закладу вищої освіти вельми доцільним може бути прогнозування оцінок студентів за допомогою спеціалізованої інформаційної системи власної розробки. У зв'язку з тим, що існує достатня кількість методів для розв'язання задачі прогнозування, стає актуальним вибір такого методу, який буде максимально ефективними для аналізу конкретних даних.

Сформулюємо задачу таким чином. Нам потрібно спрогнозувати оцінку студента з будь-якої дисципліни, маючи дані щодо оцінок з «забезпечуючих» дисциплін:

$$y = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}, \quad (1)$$

де: y – оцінка з дисципліни, що прогнозується; x_i , $i=1..n$ – оцінка з i -ї «забезпечуючої» дисципліни; n – кількість «забезпечуючих» дисциплін.

У кожному випадку може бути застосовано окремий метод розв'язання задачі: багатofакторної лінійної регресії, штучних нейронних мереж, k -найближчих сусідів. Слід провести дослідження, яке дозволить визначити переваги та недоліки кожного з методів.

У [3] наведено алгоритм розв'язання поставленої задачі. Спочатку дослідник задає граничні значення параметрів для кожного методу (наприклад,

мінімальну та максимальну кількість прихованих шарів штучних нейронних мереж тощо). Далі програмна система виконує розрахунок за кожним із методів, результати зводяться до таблиці. Дослідник обирає найкращий, на його погляд, метод (як правило, за мінімальною сумарною помилкою, але можливі й інші критерії вибору). Обраний метод застосовується для прогнозування оцінок того ж предмета для нової групи. Вибір дисциплін, що забезпечують, не є явно пунктом наведеного алгоритму, оскільки здійснюється або безпосередньо з освітньої програми (її структурно-логічної схеми), або в результаті якихось попередніх досліджень.

Далі потрібно здійснити проектування інформаційної моделі системи [4] та її програмну реалізацію, але можна здійснити попередні розрахунки у середовищі Deductor Lite [5]. Було визначено чотири вхідних та один вихідний фактори: $x_{1..4}$ – оцінки з дисциплін «Програмування та алгоритмічні мови», «Алгоритми і структури даних», «Математична логіка і теорія алгоритмів», «Методи оптимізації та дослідження операцій»; y – оцінка з дисципліни «Технологія створення програмних продуктів».

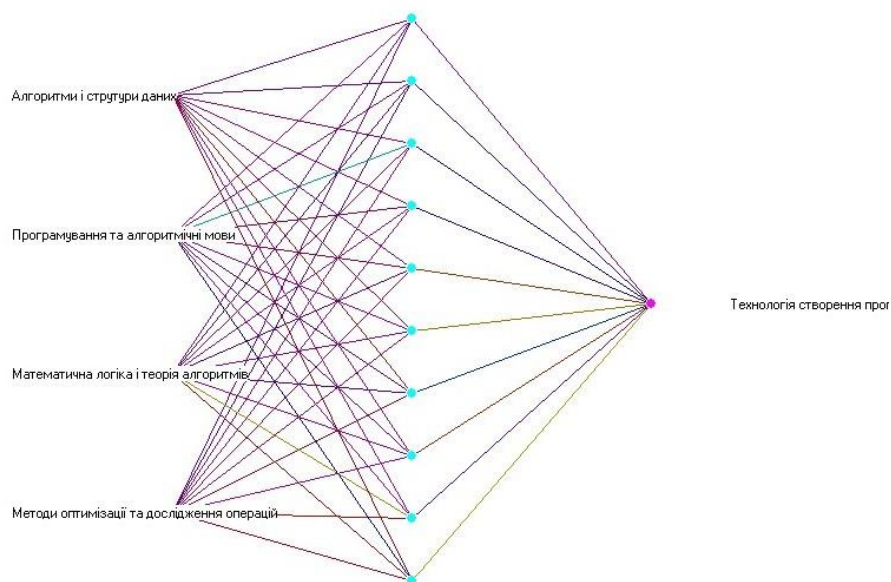


Рисунок 1. Граф нейронної мережі

У якості даних були використані оцінки 77 студентів груп спеціальності «Системний аналіз» ДДМА – від СМ-13-1, до СМ-16-1 (змістовні наповнення навчальних курсів та викладачі за чотири роки не змінювалися).

Спочатку здійснено розрахунок методом багатофакторної лінійної регресії, до таблиці результатів додано стовпці з перекладом результатів розрахунків зі 100-бальної системи до «національної» та співвідношення розрахункових результатів та наявних за «національною» шкалою («Помилка за балами»). Зроблено висновок, що багатофакторна лінійна регресія не може забезпечувати точності розв'язання задачі: 19% даних мають відхилення за відносною помилкою більш ніж 10%; 43% даних мають невірне визначення балів.

Далі здійснено рішення методом нейронних мереж. Використано мережу з чотирьох вхідних нейронів, одного вихідного і 10 нейронів прихованого шару (рис. 1). Різновид нейронної мережі – персептрон, метод навчання

мережі – зворотного поширення помилок, функція активації – сигмоїда. Результати свідчать, що цей метод забезпечує більш адекватні результати: тільки 3% даних мають відхилення за відносною помилкою більш ніж 10%; тільки 16% даних мають невірне визначення балів.

Література

1. Положення про внутрішню систему забезпечення якості освіти // URL: http://www.dgma.donetsk.ua/docs/acts/Положення_про_внутр_сист_заб_яко-сті_ДДМА_2020_Сайт.pdf. Дата звернення: 21.11.2021р.
2. Освітньо-професійна програма «Інтелектуальні системи прийняття рішень» першого рівня вищої освіти за спеціальністю № 124 «Системний аналіз» галузі знань № 12 «Інформаційні технології» //URL: http://www.dgma.donetsk.ua/docs/kafedry/ispr/opp/Системний_аналіз_бакалавр.pdf. Дата звернення: 21.11.2021р.
3. Мельников О. Ю. Постановка задачі дослідження впливу якості засвоєння попереднього матеріалу на прогнозування оцінок студентів з окремої дисципліни / О. Ю. Мельников, А. В. Бобрик // Сучасна освіта – доступність, якість, визнання: збірник наукових праць XIII Міжнародної науково-методичної конференції, 16–18 листопада 2021 року, м. Краматорськ / за заг. ред. д-ра техн. наук., проф. С. В. Ковалевського і Hon. D. Sc., prof. Dasic Predrag. — Краматорськ : ДДМА, 2021. — С. 199-201.
4. Мельников О. Ю. Об'єктно-орієнтований аналіз і проектування інформаційних систем : посібник для студентів спеціальностей «Системний аналіз» та «Інформаційні системи та технології» / О. Ю. Мельников. — Вид. 3-є, перероб. та доп. — Краматорськ : ДДМА, 2020. — 208 с.
5. BaseGroup Labs: официальный сайт. URL: <https://basegroup.ru/deductor/function/algorithm/association-rules>. Дата звернення: 21.11.2021р.

Анотація

Розглянуто основні поняття, пов'язані з засвоєнням студентами навчального матеріалу. Сформульовано задачу прогнозування оцінки студента з будь-якої дисципліни, маючи дані щодо оцінок з «забезпечуючих» дисциплін. Наведено методи, які можуть бути застосовані для розв'язання задачі, та приклади їх застосування.

Ключові слова: якість освіти, задача прогнозування, методи рішення, моделювання.

Аннотация

Рассмотрены основные понятия, связанные с усвоением студентами учебного материала. Сформулирована задача прогнозирования оценки студента по любой дисциплине, имея данные по оценкам «обеспечивающих» дисциплин. Приведены методы, которые могут быть применены для решения задачи и примеры их применения.

Ключевые слова: качество образования, задача прогнозирования, методы решения, моделирование.

Abstract

The basic concepts connected with mastering by students of a training material are considered. The problem of forecasting the student's assessment in any discipline is formulated, having data on the assessments of "providing" disciplines. Methods that can be used to solve the problem and examples of their application are given.

Keywords: quality of education, forecasting problem, solution methods, modeling.

ЗАСТОСУВАННЯ ІМЕРСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЗЗСО

¹Ступак Г.В., ст. викл., glib.stupak@donntu.edu.ua;

²Литвин Д.В., вчителька інформатики, dashalitin24@gmail.com

²Осінов Дмитро

¹Донецький національний технічний університет, м. Покровськ, Україна

²Загальноосвітня школа I-III ступенів № 9 Покровської міської ради Донецької області

Імерсивні технології активно впроваджуються у повсякденне життя, захоплюють увагу і змінюють світосприйняття. Ця тенденція не оминула і освітній процес.

Імерсивні технології – це технології повного або часткового занурення у віртуальний світ або різні види «змішування» реальної і віртуальної реальності. Імерсивні технології також називають технологіями розширеної реальності.

Використання імерсивних технологій у навчанні – це інтеграція віртуального вмісту з фізичним середовищем, що дозволяє вчителю та учням природно взаємодіяти з віртуальною (VR), доповненою (AR) та змішаною реальністю, а також 3D голографія. Використанню віртуальної та доповненої реальності в різних сферах життєдіяльності людини присвячені праці С.В. Аксьонова («Комп'ютерне моделювання та віртуальна реальність»), А.В. Гощинського («Інноваційний розвиток мережеских організацій віртуального типу») та ін. Порівняємо між собою технології імерсивного представлення конетнту.

Віртуальна реальність (virtual reality – VR) – це комп'ютерне моделювання простору, який може бути випробуваним з використанням спеціального електронного програмного забезпечення. Термін «віртуальна реальність» був популяризований Д. Ланьє у 80-х рр. XX ст. В. Климнюк визначає VR як різновид комп'ютерного моделювання, який «дозволяє користувачу заглибитися у штучний світ і безпосередньо діяти в ньому за допомогою спеціальних сенсорних пристроїв, які зв'язують його з аудіовізуальними ефектами».

Доповнена реальність (augmented reality – AR) – це доповнення реального світу цифровими і графічними даними в режимі реального часу з використанням програмних засобів. AR розширює сприйняття людиною реального світу через доповнення реальних об'єктів пов'язаною з ними цифровою інформацією. AR не створює нового середовища замість реального, як у випадку з VR, але доповнює його. Винайдення терміну доповненої реальності (1990 р.) належить Т. Коделлу, колишньому досліднику компанії «Boeing», а перша функціональна AR-система була запропонована Л. Розенбергом у 1992 р. Вже у 1997 р. відбувся перший Міжнародний семінар, присвячений

доповненій реальності – International Workshop on Augmented Reality (IWAR) [1].

Змішана реальність (mixed reality – MR) – це злиття реального та віртуального просторів (доповнена реальність і доповнена віртуальність) для створення нових середовищ, де фізичні об'єкти реального простору і цифрові об'єкти віртуального середовища співіснують і взаємодіють в режимі реального часу. Ключова характеристика змішаної реальності – здатність віртуального компоненту реагувати на зміни реального.

Голографія та 3D голографія. Голограма, також відома як голограф, (від грецького «повний опис» або «цільне зображення») являє собою запис інтерференційної картини, яка використовує дифракцію, аби відтворити 3D світлове поле, в результаті чого у зображенні зберігаються глибина, паралакс і інші властивості вихідної сцени. Голограма – це фотографічний запис світлового поля, а не зображення, яке було сформоване лінзою. Тобто вид зображення під різними кутами є об'єктом, що розглядається під однаковими кутами. У цьому сенсі голограми не володіють ілюзією глибини, але є дійсно тривимірним зображеннями.

3D голографія (псевдоголографія) – це гібридна голографія, перевага якої перед простою голограмою в тому, що дозволяє створювати «у повітрі» ілюзію тривимірного зображення легко доступним способом. Принцип отримання голограми у голографічній установці схожий на принцип отримання зображення у плоскому дзеркалі.

Порівнюємо між собою технології представлення у таблиці 1

Таблиця 1

Характеристика	AR	VR	AR/VR	3D голограми
Індивідуальна робота	+	+	+	+
Групові роботи	+	-	-	+
Інтерактивність	+	+	+	+
Складність технічної реалізації пристрою	-	-	-	+
Складність створення контенту	-	-	-	+
Можливість використання в домашніх умовах	+	+	+	+
Безпека в умовах пандемії	+	-	-	+
Умовна вартість	\$\$\$	\$\$	\$\$	\$

Голограми при використанні в освіті мають ряд характеристик, які стають перевагами по відношенню до інших видів візуалізації:

- Забезпечують взаємодію з об'єктом на інтуїтивному рівні;
- Надають інформацію тут і зараз (для перегляду не потрібно спеціальних навичок та знань);
- Показують те, що не можна уявити звичними способами;
- Надають можливість легко змінювати параметри об'єкта;
- Забезпечують можливість «приміряти» голографічні об'єкти реального оточення.

Отже з нашої точки зору імерсивні технології значно підвищують якість освітнього процесу, але все ж таки варто перевірити цю гіпотезу. Учні 4-8-х класів та вчителям ЗОШ № 9 Покровської міської ради Донецької області (69 осіб) було запропоновано переглянути фрагмент відео «Optoma impresses audiences with a holographic circus experience» [<https://youtu.be/q3KbgGJux4E>].

Після перегляду респонденти пройшли голосування та дали відповідь на запитання: «Як ви вважаєте, чи підвищить зацікавленість до предмету поява на уроці голографічного асистента вчителя?». Результати опитування наведені на рисунку 1.

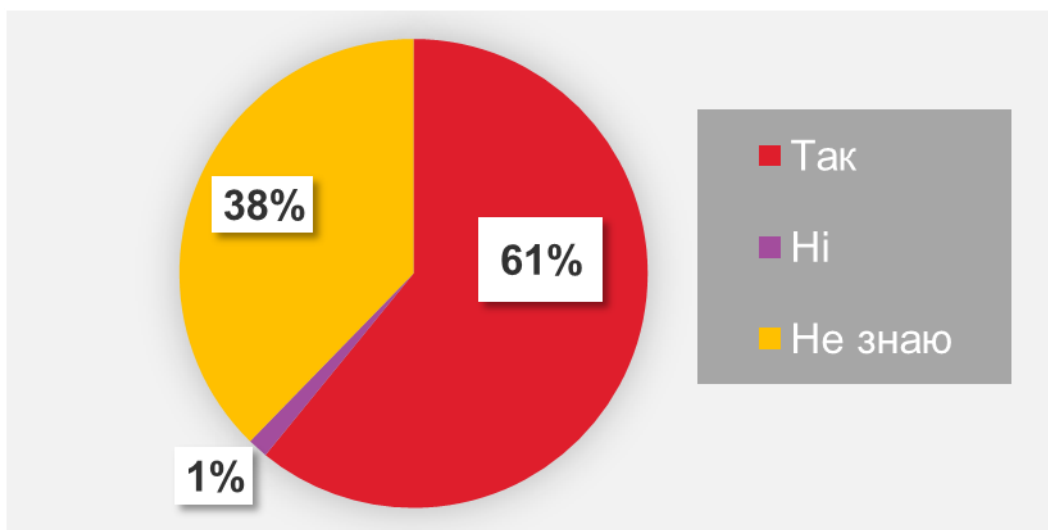


Рисунок 1. Результати опитування

З проведеного опитування було зроблено висновок, що дійсно, більшість опитаних учнів та вчителів зацікавились застосуванням мультимедійних технологій на уроках. Опитування викликало жвавий інтерес та зацікавленість.

Застосування голограм у освітньому процесі дозволить удосконалити його. Унікальні можливості використання та застосування тривимірних голограм у навчанні дозволить не лише показувати об'єкт на 360 градусів, а також спонукає учнів активно взаємодіяти з ним: крутити, збільшувати, зменшувати. Це робить процес навчання інтерактивним, наочним, візуальним,

захоплюючим, творчим, що дозволяє продовжити формувати необхідні компетенції у учнів. Також з'являється простір для розвитку STEAM освіти – учні мають можливість разом з вчителем самостійно розробляти контент для уроків.

Анотація

Розглянуто перспективи використання імерсивних технологій в освітньому процесі в закладах загальної середньої освіти. Порівняно типи способи представлення мультимедійного контенту AR, VR, AR/VR, 3D голограми. Проведено опитування серед учнів та вчителів, яке показало перспективність роботи за цим напрямом

Ключові слова: мультимедіа, контент, голограма, імерсивність.

Аннотация

Рассмотрены перспективы использования иммерсивных технологий в образовательном процессе в заведениях общего среднего образования. Сравнительно типы способов представления мультимедийного контента AR, VR, AR/VR, 3D голограммы. Проведен опрос среди учащихся и учителей, который показал перспективность работы по этому направлению

Ключевые слова: мультимедиа, контент, голограмма, иммерсивность.

Abstract

The prospects of using immersive technologies in the educational process in institutions of general secondary education are considered. Comparative types of methods for presenting multimedia content AR, VR, AR / VR, 3D holograms. A survey was conducted among students and teachers, which showed the prospects of work in this direction

Key words: multimedia, content, hologram, immersiveness.

ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ВІЙСЬКА У СЕРЕДНЬОВІЧЧЯ

Мельников О.Ю., к. т. н., доцент, alexandr@melnikov.in.ua

Капелешук А.О.

*Донбаська державна машинобудівна академія,
м. Краматорськ, Україна*

В наш час тема середньовічної історії є досить популярною у масовій культурі, але більшість історичних медіа-проєктів досить далекі від реального уявлення про середньовічну історію. Причиною цього явища є велика кількість історичних міфів, які є в інтернеті, та використання неактуальної історичної літератури [1-4].

Одним з найцікавіших моментів середньовічної історії є війни та воєнні походи. Проте середньовічні літописи та деякі автори художніх творів мають схильність до гіперболізації військових подій далекого минулого, тому спеціалістам часто складно знайти більш-менш реальні факти серед фантазій. Однією з проблем при вивченні воєнних дій досить далекого минулого є встановлення кількості супротивників з обох сторін. На допомогу розв'язання цієї проблеми можуть прийти математичне моделювання та інформаційні технології [1].

Було сформульовано математичну постановку задачі моделювання чисельності середньовічного війська. А саме – перевірка гіпотез, динамічний розрахунок чисельності (зміна чисельності війська під час походів), розрахунок чисельності війська на основі непрямих факторів. Інформаційну модель нової проєктованої системи було створено уніфікованою мовою моделювання UML – Unified Modeling Language [5]. Сценарії її використання зображені на діаграмі варіантів використання (рис. 1).

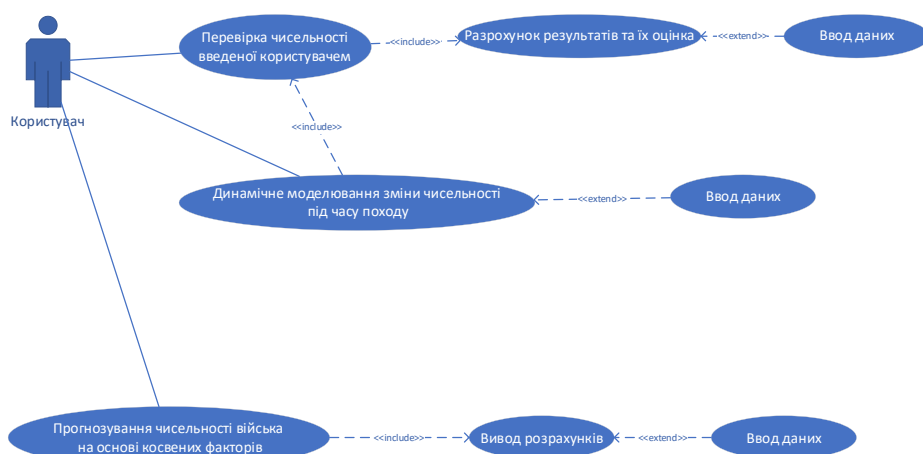


Рисунок 1. Діаграма варіантів використання

Для розробки інформаційної системи планується використовувати бібліотеку eel для мови

програмування Python. Використання цієї бібліотеки дозволяє розробляти інтерфейс за допомогою стандартних методів web розробки. Це дозволить швидко адаптувати додаток під велику кількість платформ, а також передати частину функцій для обчислення на комп'ютер користувача, знизивши навантаження на сервер (у випадку, якщо система використовується як on-line додаток). Детальна структура файлів додатку зображена на діаграмі компонентів (рис. 2).

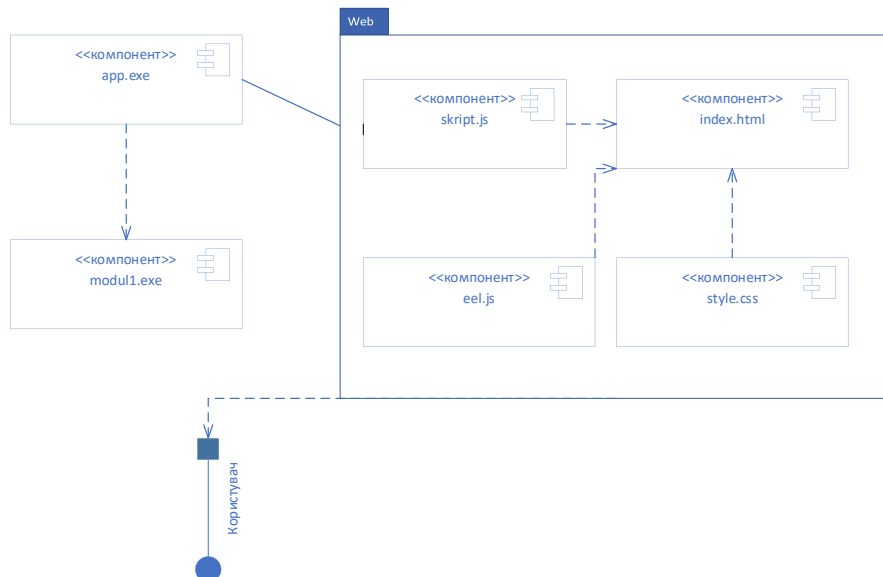


Рисунок 2. Діаграма компонентів

На діаграмі класів (рис. 3) зображено класи JavaScript, що виводять інформацію користувачеві, та приймають її від нього для передачі в Python. Та два розрахункові класи Python для виконання розра-

хунків за першим та другим сценарієм.

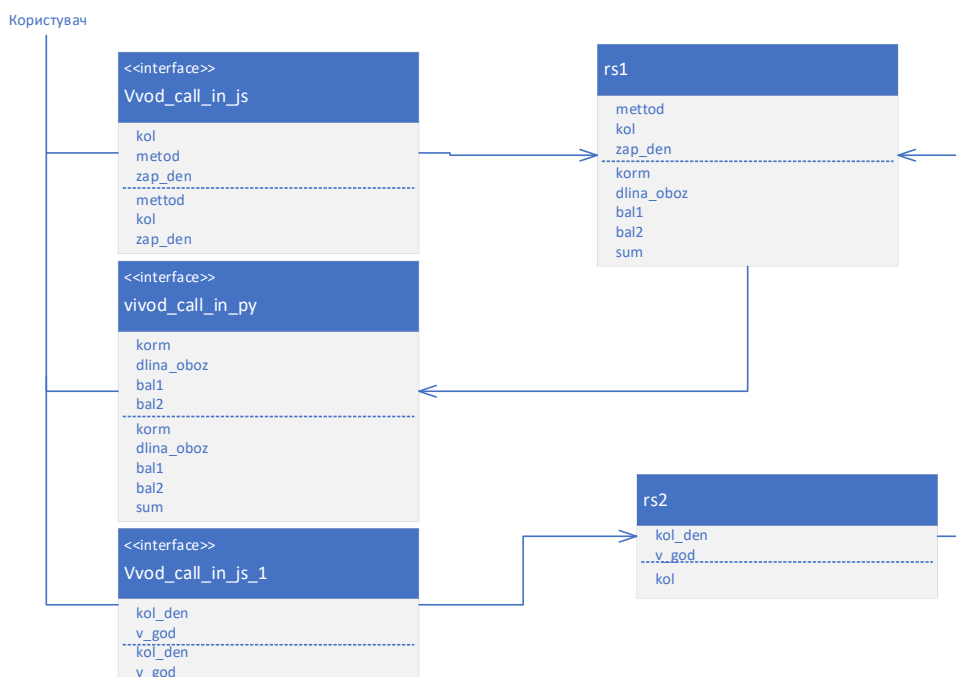


Рисунок 3. Діаграма класів

Маючи в наявності UML-діаграми, можна починати програмну реалізацію інформаційної системи.

Література

1. Ликбез: численность средневековых армий. URL: <https://warhead.su/2019/07/14/likbez-chislennost-srednevekovyh-armiy>. Дата звернення 13.11.2021.
2. Жуков К.А. Древняя Русь. От Рюрика до Батыя / К.А. Жуков, Д.Ю. Пучков. — СПб. : Питер, 2019. — 288 с.
3. Warfare in Western Europe in the Central Middle Ages. URL: <https://www.swansea.ac.uk/history/history-study-guides/warfare-in-western-europe-in-the-central-middle-ages>. Дата звернення 15.11.2021.
4. Medieval: Warfare. URL: <https://www.english-heritage.org.uk/learn/story-of-england/medieval/war>. Дата звернення 15.11.2021.
5. Мельников О. Ю. Об'єктно-орієнтований аналіз і проєктування інформаційних систем : посібник для студентів спеціальностей «Системний аналіз» та «Інформаційні системи та технології» / О. Ю. Мельников. — Вид. 3-є, перероб. та доп. — Краматорськ : ДДМА, 2020. — 208 с.

Анотація

Описано постановку завдання прогнозування чисельності середньовічного війська. А саме – перевірку гіпотез про чисельність армії, розрахунок зміни чисельності війська під час походу, розрахунок чисельності війська на основі непрямих факторів. Наведена інформаційна модель системи уніфікованою мовою моделювання UML – діаграми варіантів використання, діаграма класів, діаграма компонентів.

Ключові слова: чисельність війська, прогнозування, інформаційна модель, уніфікована мова моделювання.

Аннотация

Описана постановка задачи прогнозирования численности средневекового войска. А именно – проверка гипотез о численности армии, расчет изменения численности войска во время похода, расчет численности войска на основе косвенных факторов. Приведена информационная модель системы на унифицированном языке моделирования UML – диаграммы вариантов использования, диаграмма классов, диаграмма компонентов.

Ключевые слова: численность войска, прогнозирование, информационная модель, унифицированный язык моделирования.

Abstract

The formulation of the problem of forecasting the size of the medieval army is described. Namely, testing hypotheses about the size of the army, calculating the change in the number of troops during a campaign, calculating the number of troops based on indirect factors. The information model of the system in the unified modeling language UML is given – use case diagrams, class diagram, component diagram.

Keywords: number of troops, forecasting, information model, unified modeling language.

THE METHOD OF STRENGTHENING OF STREAM CIPHERS FOR USING THE SAME KEY MULTIPLE TIMES

Trunov D., master, d.n.trunov@gmail.com

Self-employed person, Pokrovsk, Ukraine

There are two main types of ciphers used in modern encryption: block ciphers that encrypt data in blocks of a given size as well as stream ciphers, in which the encryption of individual bits or bytes occurs independently of each other [1]. Stream ciphers can be quite simple, convenient and reliable, but have a significant drawback: repeated use of the same encryption key significantly reduces the strength of the cipher.

In general, a stream cipher encryption scheme might look like this [2]: $c_i = p_i \text{ XOR } k_i$, where c_i is the current single element of ciphertext, p_i is the element of plaintext, k_i is the key stream element, and XOR is the "exclusive or" operation. For ciphers like a one-time pad [3], the key stream k must be truly random, which is rather impractical. For other ciphers, such as Salsa20 [4], the key stream is pseudo-random and is generated according to some algorithm and a given main key.

The danger in such schemes is, for example, that if an attacker has at least one pair of the plaintext p and the ciphertext c , it is very easy to obtain the key: $k = p \text{ XOR } c$. And then he can decrypt all messages encrypted with the same key: $p = c \text{ XOR } k$. To avoid this, it is proposed to consider a method for strengthening stream ciphers in the form of an additional algorithm that makes implicit the dependence between the elements of streams p , c and k .

Let's start with an example. Suppose there are two stream ciphers with key streams k and l . Then the encryption of a single element would look like this: $c_i = p_i \text{ XOR } k_i \text{ XOR } l_i$. Having c_i and p_i one can only get the result $k_i \text{ XOR } l_i$, but not k_i and l_i separately. As long as the XOR operation is applied, it does not make much sense, but if we apply some more complex function like $F(p_i, k_i, l_i)$, then extracting k_i and l_i from it can be quite problematic.

To implement such a function in the proposed method we need: some conditional stream cipher *SCipher*, byte arrays M for source/encrypted data and K for key byte stream, byte arrays T for the substitution table and R for the reverse substitution table (256 bytes each), and an auxiliary hash byte H . We also need auxiliary bytes B , S , E , and the cycle counter i .

Consider initializing the algorithm on a pseudocode and assume that the *SCipher*(K) function generates a stream of keys of the required length and saves it to the array K . Initialization begins with the preparation of K and H :

SCipher(K); // 256 bytes

$H = 0$;

This is followed by a loop of initial filling of the substitution table:

$T[i] = i$; // for $i = 0..255$

Next is a loop of table T mixing and hash calculating:

$B = T[i];$
 $T[i] = T[K[i]];$
 $T[K[i]] = B;$
 $H = (H \text{ XOR } K[i]) \ggg 1$; // here $\ggg$ is cyclic shift to the right

At the end there is a loop to form the reverse table of substitutions R :

$R[T[i]] = i;$

Having a mixed substitution table T , its corresponding reverse table R and some hash value H we can start the encryption and decryption. To do this we need to get a new array of keys K :

$SCipher(K);$

The encryption of the array M in this scheme involves not only the XOR operation with the keys $K[i]$, but also XOR with the hash H , encryption using the substitution table T , as well as a new change of the hash H and exchange of two elements of the table T by dynamically determined addresses. Encryption loop on the pseudocode:

$S = M[i] \text{ XOR } K[i];$
 $E = (T[S] \text{ XOR } H) \lll 1$; // here $\lll$ is cyclic shift to the left
 $M[i] = E;$
 $H = (T[E] \text{ XOR } T[H]) \lll 3$; // new hash value
 $B = T[H];$ // exchange of two elements of the table T
 $T[H] = T[S];$
 $T[S] = B;$

In the decryption loop, we only need to change the order of operations over the elements of the array M and use the inverse table R instead of T :

$E = M[i];$
 $S = (E \ggg 1) \text{ XOR } H;$
 $S = R[S];$
 $M[i] = S \text{ XOR } K[i];$

Also before the exchange in the table T we need to exchange in the table R :

$$\begin{aligned}
 B &= R[T[H]]; \\
 R[T[H]] &= R[T[S]]; \\
 R[T[S]] &= B;
 \end{aligned}$$

The idea is that even having the original and encrypted values of any element $M[i]$, it is impossible to reliably determine the exact values of the current hash H , the key $K[i]$ and the entire table T or at least a part of it. Even more so, it is impossible to reliably establish these values, having several ciphertexts encrypted with the same key, but not having at least one plaintext.

Is it possible to somehow save all possible combinations of H , $K[i]$ and substitutions $E = T[S]$ and, having enough pairs of ciphertexts and plaintexts, gradually weed out the unfit variants and soon come to the only correct one? Theoretically, it is possible. However, it may require so many computational resources that it would be easier to go through all the possible variants of the main key of the SCipher algorithm (brute force attack on SCipher).

Thus, if we initially take a strong stream cipher as *SCipher*, then strengthening it with the above method (or a similar one) will allow not only to safely use the same key multiple times, but also to keep the convenience and relative simplicity of the byte-by-byte stream cipher.

References

1. Gary C. Kessler. An Overveiw of Cryptography. – URL: <https://www.garykessler.net/library/crypto.html>
2. Stream cipher: Wikipedia, the free encyclopedia. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Stream_cipher
3. One-time pad: Wikipedia, the free encyclopedia. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/One-time_pad
4. Daniel J. Bernstein. The Salsa20 family of stream ciphers: Department of Mathematics, Statistics, and Compute science. The University of Illinois at Chicago. – URL: <https://cr.yp.to/snuffle/salsafamily-20071225.pdf>

Анотація

Розглянуто метод посилення поточкових шифрів у вигляді додаткового алгоритму, що ускладнює зламування шифру при багаторазовому застосуванні одного й того ж ключа шифрування. Показано, що можливий злом такого алгоритму буде складнішим за метод грубої сили відносно лише поточкового шифру.

Ключові слова: поточковий шифр, посилення, ключ шифрування, злом.

Аннотация

Рассмотрен метод усиления поточковых шифров в виде дополнительного алгоритма, усложняющего взлом шифра при многократном применении одного и того же ключа шифрования. Показано, что возможный взлом такого алгоритма будет сложнее метода грубой силы по отношению только к поточковому шифру.

Ключевые слова: поточковый шифр, усиление, ключ шифрования, взлом.

Abstract

A method of strengthening stream ciphers in the form of an additional algorithm is considered. The method complicates cipher breaking when the same cipher key is used multiple times. It is shown that the possible breaking of such an algorithm will be more complicated than the brute force method in relation to the stream cipher only.

Keywords: stream cipher, strengthening, encryption key, breaking.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ПРОГНОЗУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ РЕМОНТНИХ РОБІТ У ВИПАДКУ ПОШКОДЖЕННЯ ВОДОПРОВОДУ В НЕВЕЛИКОМУ МІСТІ

Мельников О.Ю., к. т. н., доцент, alexandr@melnikov.in.ua

Закабула О.Ю.

*Донбаська державна машинобудівна академія,
м. Краматорськ, Україна*

Система водопостачання, яка діє у більшості невеликих українських міст, може бути порушена в результаті екстремальних подій, і доставляння води споживачеві буде здійснюватися за допомогою спеціалізованого авто-транспорту. У районах (мікрорайонах, окремих кварталах) міста розташовуються тимчасові пункти розливу питної води з автоцистерн у тару споживача [1].

Було поставлено та розв'язано задачу створення системи підтримки прийняття рішень, яка дозволяє при наявності даних про кількість жителів у кожному районі й відстанях між районами розрахувати оптимальний маршрут пересування цистерни з водою. З використанням таких параметрів, як середній час обслуговування, об'єм цистерни, середній відсоток населення, що виходить за водою, і обмеження на обсяг видаваної води, система дозволяє скласти розклад (графік) руху цистерни, а також дати рекомендації щодо збільшення кількості цих цистерн і оптимального їхнього розподілу по районах [2-3]. Також було поставлено та вирішено [4] наступне завдання: визначити в кожному районі таке місце розміщення цистерни, щоб воно було рівновіддаленим від усіх прилеглих будинків з урахуванням кількості мешканців. Ще одна можливість нового модуля – визначення точних координат розташування цистерни за допомогою гугл-карт [5].

Сформулюємо нове завдання: за наявності статистичних даних про аварії, що сталися раніше на водопроводі даного міста, і тривалості ремонтних робіт у кожному випадку потрібно передбачити (тобто спрогнозувати) тривалість ремонтних робіт з відновлення водопостачання міста.

Маємо типову задачу прогнозування з переліком низки вхідних (незалежних) та одного вихідного (результату) фактора – тобто саме тривалості ремонтних робіт у днях.

Аналіз доступної інформації по місту Торезьк [6], що знаходиться в безпосередній близькості від лінії розмежування на сході України, показав, що до списку вхідних факторів можна віднести:

- район (місце, ділянка) ушкодження (значна частина ушкоджень викликана бойовими діями, проте не всі райони снаряди падають статистично рівномірно);
- місяць (очевидно, що сезон впливає на хід робіт);

- погодні умови (наявність дощу або снігу збільшує тривалість ремонтних робіт);
- наявність обстрілів, що продовжуються;
- з якого боку розмежування вирушає бригада для ремонту;
- чи супроводжується аварія пожежею.

Додатковим фактором є інформація про наявність попередніх аварій на цій ділянці – очевидно, що після минулих ремонтних робіт труба повинна бути новою, і процес нового ремонту повинен здійснюватися швидше.

Дані щодо можливих подій наведено в табл. 1.

Для розв'язання задачі прогнозування може бути застосовано один з відомих методів розв'язання задачі: багатофакторної лінійної регресії, штучних нейронних мереж, k-найближчих сусідів.

Таблиця 1

Ділянка	Місяць	Погодні умови	Обстріли	Бригада з України	Пожежа	Вже було	Тривалість
Новостожкове	Вересень	Дощ	+	+	–	–	5 днів
Сіверський Донець – Донбас	Серпень	Сонячно	-	-	–	–	14 днів
Василівська насосна станція	Березень	Сонячно	+	+	–	–	21 днів
Сіверський Донець – Донбас	Січень	Сніг	+	+	–	+	7 днів
Сіверський Донець – Донбас	Лютий	Сніг	+	+	–	+	16 днів
Верхньокальміуська фільтрувальна станція	Серпень	Сонячно	+	+	+	–	30 днів
Південно-Донбаський водопровід	Листопад	Туман	+	+	–	+	29 днів
Південно-Донбаський водопровід	Вересень	Хмарно	+	+	–	+	23 дні
Сіверський Донець – Донбас	Червень	Сонячно	+	+	+	+	3 дні
Південно-Донбаський водопровід	Березень	Сонячно	+	+	–	+	13 днів

Література

1. Закон України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2002, № 16) // Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2047-19>.
2. Закабула О.Ю. Задача розрахунку оптимального забезпечення жителів невеликих міст питною водою в екстремальних // Наукові записки молодих учених, 2020. – №6. – <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/view/1749>.
3. Закабула О.Ю. Моделювання оптимального маршруту проїзду автоцистерни для забезпечення невеликого міста питною водою в екстремальних / О.Ю. Закабула, О.Ю. Мельников // Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конфере-

нції студентів, аспірантів та молодих вчених за тематикою «Сучасні комп'ютерні системи та мережі в управлінні»: збірка наукових праць / Під редакцією Г.О. Райко. – Херсон: Видавництво ФОП Вишемирський В. С., 2020. – С.238-241.

4. Мельников О. Ю. Модуль визначення розташування цистерн в системі підтримки прийняття рішень для оптимального забезпечення жителів невеликих міст питною водою в екстремальних випадках / О.Ю. Мельников, О.Ю. Закабула // Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод : матеріали V Всеукраїнської науково-технічної конференції / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. – Краматорськ : ДДМА, 2021. – <http://dspace.dgma.donetsk.ua/handle/DSEA/799>

5. Закабула О. Ю. Використання гугл-карт у модулі розміщення цистерн в системі підтримки прийняття рішень для оптимального забезпечення жителів невеликих міст питною водою в екстремальних випадках / О.Ю. Закабула, О.Ю. Мельников // Математичні методи, моделі та інформаційні технології у науці, освіті, економіці, виробництві: збірник тез III Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції з проблем вищої освіти і науки, м. Маріуполь, 28 квітня 2021 р. / Маріупольський державний університет. – Маріуполь: МДУ, 2021. – С.73-76.

6. Місто Торецьк. GoogleMaps // Режим доступу: <https://www.google.com.ua/maps/place/Торецк,+Донецкая+область,+85200>

7. Deductor – продвинутая аналитика без программирования. Режим доступу: <https://basegroup.ru/deductor/description>. Дата звернення: 21.11.2021р.

Анотація

Наведено опис можливостей наявної системи підтримки прийняття рішень, яка дозволяє при наявності даних про кількість жителів у кожному районі й відстанях між районами розрахувати оптимальний маршрут пересування цистерни з водою. Сформульовано нове завдання: за наявності статистичних даних про аварії, що сталися раніше на водопроводі даного міста, і тривалості ремонтних робіт у кожному випадку потрібно передбачити (тобто спрогнозувати) тривалість ремонтних робіт з відновлення водопостачання міста.

Ключові слова: водопостачання, задача прогнозування, методи рішення, моделювання.

Аннотация

Приведено описание возможностей существующей системы поддержки принятия решений, позволяющей при наличии данных о количестве жителей в каждом районе и расстояниях между районами рассчитать оптимальный маршрут передвижения цистерны с водой. Сформулирована новая задача: при наличии статистических данных об авариях, произошедших ранее на водопроводе данного города, и продолжительности ремонтных работ в каждом случае нужно предусмотреть (т.е. спрогнозировать) продолжительность ремонтных работ по восстановлению водоснабжения города.

Ключевые слова: водоснабжение, задача прогнозирования, методы решения, моделирование.

Abstract

A description of the capabilities of the existing decision support system is given, which allows, given the availability of data on the number of residents in each district and the distances between the districts, to calculate the optimal route of movement of the water tank. A new task has been formulated: in the presence of statistical data on accidents that occurred earlier on the water supply system of a given city, and the duration of repair work in each case, it is necessary to provide (i.e. predict) the duration of repair work to restore the city's water supply.

Keywords: water supply, forecasting problem, solution methods, modeling.

ПІДСИСТЕМА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛУ РОБІТ

Ампольський В.С., студент, vadym.ampolskyi.kita@donntu.edu.ua

Маслова Н.О., к.т.н, доц., nataliia.maslova@donntu.edu.ua

*ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,
м. Покровськ, Україна*

В даний час стрімко розвивається бізнес, посилюється конкуренція в різних сферах торгівлі. При плануванні бізнесу, при розробці стратегії виробництва необхідно тримати під контролем свої витрати, контролювати графіки випуску продукції, графіки виконання різних виробничих робіт. Терміни виконання мають украй важливе значення, оскільки в умовах жорсткої конкуренції можливі стратегічні прорахунки і програш ринку конкуренту. Швидкість, правильність, своєчасність прийняття бізнес рішень – запорука успіху в даному виді діяльності. Щоб залишатися конкуренто здатним, необхідно вводити інновації та користуватися перевагами передових технологій [1].

Головною метою створення системи підтримки прийняття рішень при плануванні графіку робіт є мінімізація часу виконання проекту з тим, щоб оптимізувати використання грошових коштів, що виділяються на проект.

Критеріями досягнення мети є:

- відкриття заданої кількості торгівельних точок до зазначеного терміну;
- дотримання меж виділеного на проєкт бюджету;
- терміни виконання повинні бути мінімальні, але з урахуванням обмеження бюджету.

Запропонована система складає графік виконання робіт, що є основним завданням календарного планування [2]. Її використання при плануванні відкриття нових торгівельних точок вирішить проблему складання календарного плану робіт по заданому проєкту. При збільшенні кількості торгових точок збільшується кількість різних варіантів календарного плану.

Кожна торгівельна точка повинна бути здана в експлуатацію до певної дати. Окремо організація торгівельної точки полягає у виконанні певного списку робіт, які, в свою чергу, можуть виконуватися як паралельно, так і послідовно згідно технологіям робіт і реальним можливостям. Інвестування проводиться через фіксовані проміжки часу згідно з графіком фінансування, який визначається фінансовим менеджером, наприклад, щомісяця.

Список робіт має наступний вигляд:

- 1) визначення кількості торгівельних точок; 2) пошук приміщень; 3) проектування структури точки; 4) ремонтні роботи; 5) пошук персоналу; 6) навчання персоналу; 7) процес ліцензування; 8) отримання дозвільних документів на торгівлю; 9) формування товарних запасів;

- затвердження асортименту;
- укладення договорів на поставку;
- завезення товару (коли точка готова);
- приймання товару (можливо тільки після пункту 12, на відміну від попередніх).

10) замовлення торговельного обладнання; 11) замовлення іт-обладнання, оргтехніки, інсталяція програм; 12) установка обладнання; 13) закупівля витратних матеріалів [3].

Алгоритм роботи системи полягає у наступному:

Крок 1. Оновлення поточного балансу (М). На цьому кроці, враховуючи поточний час, буде збільшуватись баланс на суму, яка дорівнює об'єму інвестицій.

Крок 2. Пошук переліку робіт, які можна почати виконувати у даний момент часу. Роботу можна виконувати, якщо усі роботи, що передують даний вже виконані, або дана робота не має попередніх. Також для прискорення алгоритму одразу треба відсіювати роботи, вартість яких перебільшує поточний баланс. Після даного кроку подальші розрахунки ведуться тільки з роботами, що можуть почати виконуватись у даний момент часу.

Крок 3. Розрахунок суми (S) робіт вирахованих на кроці 2.

Крок 4. Порівняння поточного балансу (М) із сумою (S), яка була вирахована на кроці 3. Якщо S менше або дорівнює М, то роботи, вираховані на кроці 3 переходять на крок 5. Інакше, виконується ймовірнісний вибір робіт для подальшого виконання.

Крок 5. Початок виконання робіт, що були відібрані на кроці 4.

Крок 6. Пошук наступного моменту часу. Можливі два варіанти. Перший: наступний момент часу – це момент завершення виконання однієї чи декількох робіт. В цьому випадку треба оновити перелік виконаних робіт, що впливає на подальший вибір робіт, який виконується на кроці 2. У другому варіанті наступний момент часу – плановий перерахунок інвестицій.

Крок 7. Перевірка кількості невиконаних робіт. Якщо ця кількість дорівнює 0, алгоритм завершується, інакше потрібен перехід до кроку 1.

Нехай для експерименту буде введено початкові дані[4]. Із усіх перевірених варіантів фінансування найбільш привабливим є звісно варіант № 1 (період 20 днів, об'єм інвестицій 10000 у.о.), але його недоліком є максимальна сума інвестицій. У разі зміни первісного плану проекту, холдинг буде мати великі збитки.

Для втілення у життя доцільно вибрати варіант № 4 (період 20 днів, об'єм інвестицій 6000 у.о.), тому що така схема фінансування дозволить легко корегувати хід виконання проекту і не завдасть дуже великих збитків холдингу.

Слід зауважити, що дана підсистема є лише інструментом, який допомагає розподілити роботи і дозволяє розрахувати можливу тривалість проє-

кту. Менеджер проекту може корегувати послідовність робіт. Але за допомогою системи він зможе отримати декілька варіантів і обрати той, який задовольняє усім обмеженням.

Література

1. Провалов В. С. Информационные технологии управления: учеб. пособие / В. С. Провалов – М. : Флинта: МПСИ, 2008. – 376 с.
2. Ковалев М. Я. Модели и методы календарного планирования. Курс лекций. – Минск : БГУ, 2004. – 62 с.
3. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1 : навчальний посібник / Р. Н. Кветний, І. В. Богач, О. Р. Бойко; за заг. ред. Р. Н. Кветного. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 193 с.
4. Сергеевкова О. А. Календарное планирование строительства комплекса объектов с учетом особенностей программных средств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2014/7\(22\)/14_sergeenkova_22.pdf](https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2014/7(22)/14_sergeenkova_22.pdf).

Анотація

Представлена система підтримки прийняття рішень для організації розподілу робіт, що дозволяє ефективно створити графік робіт з урахуванням обмежень на тривалість робіт, запланований бюджет, кількість одночасно відкритих торговельних точок. Основу системи складає евристичний підхід – використання мурашиного алгоритму для розрахунку тривалості всіх робіт.

Ключові слова: Календарне планування, евристичні алгоритми, ефективність планування.

Аннотация

Представлена система поддержки принятия решений для организации распределения работ, позволяющая эффективно создать график работ с учетом ограничений на продолжительность работ, запланированный бюджет, количество одновременно открытых торговых точек. Основу системы составляет эвристический подход – использование муравьиного алгоритма для расчета продолжительности всех работ.

Ключевые слова: Календарное планирование, эвристические алгоритмы, эффективность планирования.

Abstract

A decision support system for organizing the distribution of work is presented, which allows you to effectively create a work schedule, taking into account the restrictions on the duration of work, the planned budget, the number of simultaneously open outlets. The system is based on a heuristic approach - the use of an ant algorithm to calculate the duration of all jobs.

Keywords: Scheduling, heuristic algorithms, planning efficiency.

MODELING NEURAL NETWORK FOR STOCK PRICE FORECASTING

*Myroshnychenko I., master, ihnats.myroshnychenko.kita@donntu.edu.ua
Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine*

Numerous observations of financial markets have shown the inconsistency of assumptions about the rationality of investors and the information efficiency of markets to the real conditions that exist in some cases. In this regard, the construction of new models for forecasting the development of financial markets, systematization and selection of key features of the dynamics of real capital markets becomes relevant.

Artificial neural networks are a computer system with a huge number of parallel simple processors with many connections.

Areas of application of neural networks are quite diverse - it's text and speech recognition, semantic search, expert systems and decision support systems, stock prediction, security systems, text analysis.

One of the most complex and in-demand capabilities of neural networks is forecasting. After all, it is the most important element of modern information technology decision-making in management. The effectiveness of a management decision is assessed in relation to events that occur after its adoption. Therefore, forecasting uncontrolled aspects of such events before making a decision allows you to make the best choice, which, without forecasting, could not be so successful [1].

Possible forecast values for such systems are profitability and price indicators: weighted average price, closing and opening prices, maximum and minimum prices. In addition, it is possible to forecast both the indicators defined for the whole group of instruments or a certain market as a whole, and the indicators defined for only one instrument of the financial market.

Determining for a given market or instrument a predicted value and a set of influencing factors (and data directly stored in a database may not always be used, some data transformations often need to be made: for example, relative changes in values are often used as such factors).

They are actively used where conventional algorithmic solutions are ineffective or impossible. The practice of using neural networks has shown their applicability in such areas as forecasting, dependency detection, situational management. All this can be applied in financial markets [2].

There are many types of neural networks that differ in the number and location of neurons and synaptic connections. For the purpose of making predictions for the financial market it is important for the network to be able to sift thru time series of data with possibility of serious lags between important events, because of the that, the network type that was chosen was long short-term memory (LSTM).

LSTM type neuron models could mathematically be described like this [3]:

$$f_t = \sigma_g(W_f x_t + U_f h_{t-1} + b_f) \quad (1)$$

$$i_t = \sigma_g(W_i x_t + U_i h_{t-1} + b_i) \quad (2)$$

$$o_t = \sigma_g(W_o x_t + U_o h_{t-1} + b_o) \quad (3)$$

$$\tilde{c}_t = \sigma_c(W_c x_t + U_c h_{t-1} + b_c) \quad (4)$$

$$c_t = f_t \circ c_{t-1} + i_t \circ \tilde{c}_t \quad (5)$$

$$h_t = o_t \circ \sigma_h(c_t) \quad (6)$$

Where W – are weights

U – are recurrent connections where the subscript q can either be input gate i , output gate o , the forget gate f or the memory cell c .

x_t – input vector

f_t – forget vector

i_t – input/update gate vector

h_t – LSTM output vector

c_t – cell state vector

σ_g – sigmoid activation function

σ_c – hyperbolic tangent activation function

σ_h – hyperbolic tangent activation function or in the peephole design $\sigma_h(x)=x$

The practical application of LSTM network to predict important indicators of stock market – stock price itself – can be carried out by analyzing time series of Apple stock for the September of 2021[4]

It is known that for input and output parameters of the neural network, you should not choose the values of quotes themselves.

Their changes are really significant for forecasting. The network was built utilizing 7 input neurons, 100 hidden (including memory cells) and 1 output neuron.

The input neurons are fed closing prices in chronological order. The rarefaction of coefficient characterizing change of weights of neurons during network training is equal to 15. For this time series (Apple stock), 700 data on quotes were selected so that the accuracy of artificial neural network was within acceptable range. Obtained forecast results are shown on the Fig.1

The obtained predictive values of the stock price allow us to conclude that neural networks can be used with the same if not more success as traditional market prediction methods.

The obtained predictive values of the stock price allow us to conclude

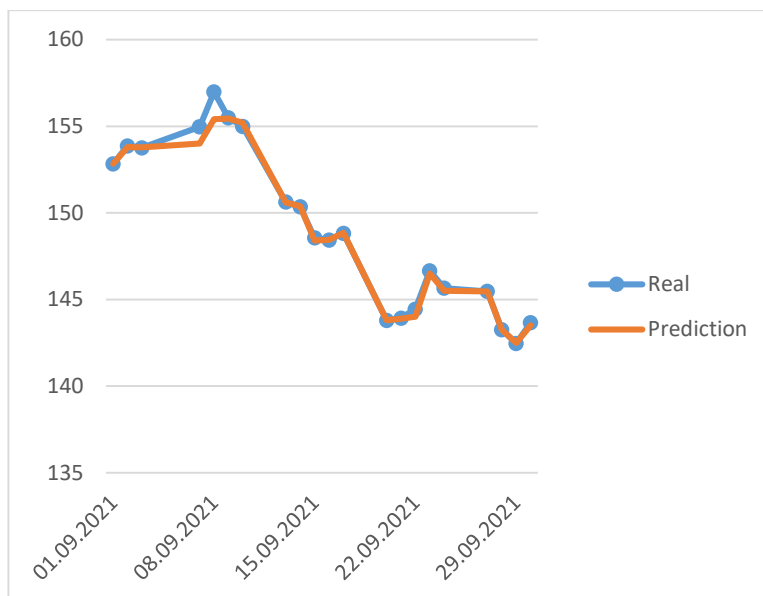


Figure 1 Actual and forecasted values for the Apple stock prices September 2021

that neural networks can be used with the same if not more success as traditional market prediction methods.

In general, the forecast accuracy in this experiment is high enough for making decisions however, the result still can be improved further by careful preparation of input data, incorporation

of additional factors as input data and more meaningful economic indicators.

References

1. Felix A. Gers, Jürgen Schmidhuber, Fred Cummins; Learning to Forget: Continual Prediction with LSTM. *Neural Comput* 2000; 12 (10): 2451–2471.
2. Malashenko K.A., Anashkina M.V.(2014), Using neural networks for the purposes of forecasting the stock market. *Effective economy*. 2014. №2.
3. Felix A. Gers, Jürgen Schmidhuber, Fred Cummins; Learning to Forget: Continual Prediction with LSTM. *Neural Comput* 2000; 12 (10): 2451–2471.
4. Yahoo finance website. Retrieved from: <https://finance.yahoo.com/>

Анотація

Розглянуто можливість використання штучної нейронної мережі для прогнозування ціни акції. Було побудовано та обучено штучну нейронну мережу типу LSTM. Прогноз нейронної мережі типу LSTM ціни акції Apple було порівняно з фактичними значеннями ціни.

Ключові слова: нейронні мережі, фондовий ринок, акції, LSTM.

Аннотация

Рассмотрена возможность использования искусственной нейронной сети для прогнозирования цены акции. Была построена и обучена искусственная нейронная сеть типа LSTM. Прогноз нейронной сети типа LSTM цены акции Apple был сравнен с фактическими значениями цены.

Ключевые слова: нейронные сети, фондовый рынок, акции, LSTM.

Abstract

The possibility of using an artificial neural network to predict the share price is considered. An artificial neural network of the LSTM type was built and trained. The forecast of the LSTM network of Apple's share price was compared with the actual price values.

Key words: neural networks, stock market, stocks, LSTM.

МОДИФІКАЦІЯ АРХІТЕКТУРИ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ OPENFACE ДЛЯ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧ

Мякишин О. Д., магістр, oleksandr.miakshyn.kita@donntu.edu.ua

Ануфрієв П. О., аспірант, pavlo.anufriiev@donntu.edu.ua

*Донецький національний технічний університет,
м. Покровськ, Україна*

З розвитком технологій і істотним збільшенням потужності обчислювальних систем, стали актуальними завдання відтворення розумових процесів людини і, зокрема, задача розпізнавання обличч. Системи, що вирішують таке завдання, можуть використовуватися для автоматичної ідентифікації людей на зображеннях, для верифікації та авторизації користувачів додатків або співробітників підприємств, в сфері безпеки, тощо. Так як нейронні мережі показують найкращі результати якості і швидкості розпізнавання, для них пропонуються нові архітектури, алгоритми, модифікації, що підвищують ефективність їх функціонування, то для дослідження є доцільним використовувати саме їх. Найбільш придатними для цієї задачі є згорткові нейронні мережі, що з самого початку використовувалися для розпізнавання зображень [1, 2].

Задачами даного дослідження є проведення аналізу структури системи розпізнавання, аналізу моделей сучасних ефективних згорткових нейронних мереж з метою вилучення підходів та алгоритмів, які в них використовуються. Результат аналізу втілюється через модифіковану архітектуру для побудови власної системи розпізнавання. Розглянуто оцінки ефективності її роботи та якості розпізнавання.

Більш детально структуру технології розпізнавання проаналізовано в [3, 4]. Її етапи: детекція обличч на зображенні, виділення ознак кожного обличчя, безпосереднє розпізнавання, що складається з верифікації та ідентифікації. Детекція обличчя, як і детекція будь-якого іншого об'єкта на зображенні, полягає в знаходженні координат області, яка його обмежує (bounding box). Координати задаються в пікселях. За допомогою нейронної мережі, знаходження координат може вирішуватися як задача регресії [5]. Після детекції обличч на зображенні для кожного обличчя виділяються ознаки, що унікально характеризують його в стислому вигляді. Такі ознаки можуть представлятися у вигляді вектору чисел. При використанні глибокого навчання, ознаки виділяються самими нейронними мережами. Згорткові нейронні мережі виділяють ознаки у вигляді результуючих карт ознак зображення, а якщо в якості другої частини згорткової мережі додається перцептрон, то вектором ознак є вихідний вектор мережі.

Для аналізу обрано відому модель мережі для ідентифікації та верифікації осіб – FaceNet [6]. Ця мережа є сіамською мережею, яка кодує два вхідних зображення обличч в вектор ознак, а потім порівнює їх між собою по

відстані, щоб зрозуміти наскільки схожі ці два обличчя. При цьому головне завдання – навчити мережу таким чином, щоб для однієї і тієї ж людини нейронна мережа видавала найбільш схожий вектор ознак, а для різних людей – різні вектори. Для цього в даній мережі була розроблена спеціальна функція втрат, названа Triplet Loss (1):

$$\mathcal{L}(A, P, N) = \max(\|f(A) - f(P)\|^2 - \|f(A) - f(N)\|^2 + \alpha, 0) \quad (1)$$

де: A — вхід якорю (anchor);

P — позитивний вхід того ж класу, що і A;

N — негативний вхід того ж класу, що і A;

α — розрив між позитивними і негативними парами;

f — вбудовування.

Функція оперує трьома зображеннями обличчя. На двох із зображень знаходиться одна і та ж людина, а на третьому – інша. Одне з двох зображень тієї ж людини називається якорем (A – anchor), друге береться за позитивний (P – positive) приклад, а зображення з іншою людиною – за негативний (N – negative) (рис. 1). Суть використання Triplet Loss полягає в тому, щоб навчити нейронну мережу для тієї ж людини видавати близькі по відстані вектори ознак, а для різних людей – вектори, що відрізняються на задану константу, яка називається відступом. Відступ потрібен, щоб нейронна мережа не намагалася знаходити найбільш тривіальне рішення, роблячи всі вектори однаковими.

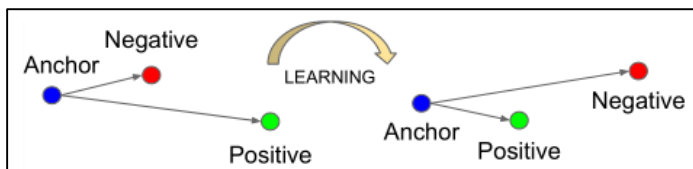


Рисунок 1. Навчання, застосовуючи Triplet Loss [6]

Подальшим розвитком мережі FaceNet стала мережа OpenFace [7]. Її розробка була акцентована на тому, щоб дослідити і довести можливість навчання мережі для розпізнавання облич на відкритому наборі

даних, на відміну від її попередників. Також ця мережа передбачалася для розпізнавання облич на мобільних пристроях, потужність яких не така велика, і при цьому бути все ще досить швидкою, для використання в режимі реального часу. Тому структура OpenFace є модифікованою структурою мережі FaceNet зі зменшеною кількістю параметрів для більш швидкого навчання і роботи мережі. Особливостями архітектур FaceNet та OpenFace є шари «поглинання» (inception). Шари inception утворюються з розгалуження шару, коли до нього додаються шари не всі послідовно, а паралельними групами, які надалі можуть складатися з послідовних шарів. Після цього inception шар поглинає всі розгалуження в один цілісний шар. Архітектуру OpenFace було обрано для модифікації і її подальшого навчання, як класифікатора (в кінець мережі додається шар, що класифікує).

При цьому важливо відзначити, що шар згортки у всіх випадках складається з трьох шарів – безпосередньо згортка, батч-нормалізація, а потім активація за допомогою функції активації ReLU.

Також, крім методу навчання через класифікатор, було вирішено модифікувати структуру мережі через її спрощення. Для цього в модифікованій структурі видаляються 4 і 5 групи inception шарів. Проте, мережа навчається на досить великому датасеті. За аналітичними оцінками таким чином можна домогтися більш швидкого навчання мережі, не погіршуючи якість розпізнавання. Архітектура оригінальної мережі та запропонована модифікація наведена на рис. 2.

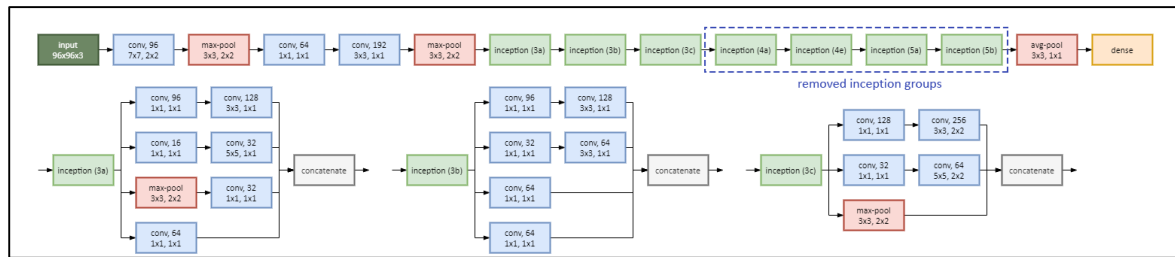


Рисунок 2. Архітектура мережі OpenFace та запропонована модифікація [7]

Для експериментів з модифікованою нейронною мережею обрано відповідні датасети: два датасети для навчання – Labeled Faces in the Wild (LFW) та Pin Faces, для тестування – ORL Faces.

Результати експериментів наведені на рис. 3 та 4. Рис. 3 демонструє графіки залежності акуратності розпізнавання від порогового значення для кожної з мереж, отримані при порівнянні векторів ознак за допомогою Евклідової відстані та косинуса кута. З отриманих графіків видно, що акуратність розпізнавання при найкращому порозі для модифікованої мережі вища, ніж для оригінальної. Різниця між двома модифікованими мережами невелика. Графік мережі, яка навчалася на датасеті LFW вужчий, коли графік для мережі, навченої на PinsFace, має ширшу форму. Це означає, що якість розпізнавання менше, якщо для навчання мережі застосовувати PinsFace, де кількість класів менше. Крім того, як можна побачити, результати майже ідентичні при застосуванні Евклідової відстані та косинуса кута. Звідси можна дійти висновку, що залежність якості розпізнавання від порога корелює з кількістю класів і для завдання розпізнавання осіб вибір методу порівняння векторів ознак немає значення.

Далі для кожної мережі було розраховано набір метрик у точці, яка відповідає максимальній акуратності. Отримані значення акуратності наведено на рис. 4. Зліва результати оригінальної мережі OpenFace, посередині – модифікованої мережі, навченої на датасеті LFW, а справа – модифікованої мережі, навченої на датасеті PinFaces.

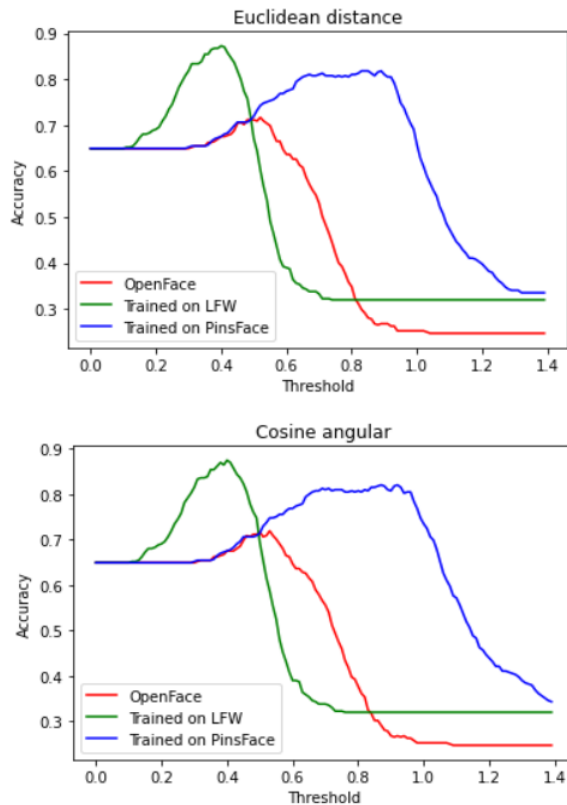


Рисунок 3. Залежність акуратності розпізнавання від порога при порівнянні векторів ознак по Евклідовій відстані та косинусу кута

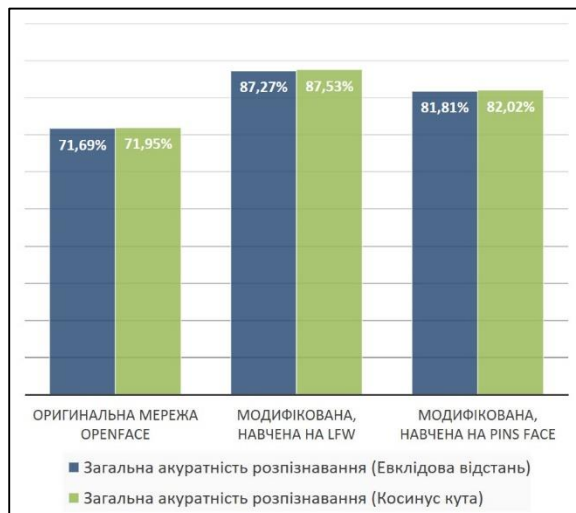


Рисунок 4. Порівняння найкращих результатів моделей

Як можна побачити при навчанні власних моделей вдалося підвищити загальну акуратність розпізнавання приблизно на 11-17%. При чому мережа, яка навчалася на датасеті LFW дала на 6% кращий результат, ніж при навчанні на PinFaces. Можливо, це пов'язано з тим, що LFW має більшу кількість класів (5749 класів), в порівнянні з PinFaces (105 класів). Це узгоджується з дослідженням [3]. Мережа навчилася відрізняти більш складні приклади один від одного, тобто зображення облич людей, схожих між собою.

Як результат, модифіковано архітектуру OpenFace через метод навчання класифікатором і спрощення архітектури мережі. Використані набори для навчання мережі – LFW та Pin Faces, для тестування застосовано ORL Faces. Поліпшення після модифікації на тестовому наборі досягло майже 17%. В результаті отримано працездатну модель згорткової нейронної мережі для розпізнавання облич, яка дає високі показники точності і може бути використовуватися для впровадження у майбутню систему розпізнавання облич, яка розроблюється.

Література

1. S. Ramakrishnan, "Introductory Chapter: Face Recognition - Overview, Dimensionality Reduction, and Evaluation Methods," Face Recognit. - Semisupervised Classif. Subsp. Proj. Eval. Methods, pp. 1–6, 2016, doi: 10.5772/63995.
2. Путь в Machine Learning и Deep Neural Networks [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/company/oleg-bunin/blog/470904/>
3. Ануфрієв П. О. Дослідження впливу тестових баз зображень на точність систем розпізнавання обличч з різними методами класифікації/ П. О. Ануфрієв, Э. О. Башков // Наукові праці ДонНТУ. Серія «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка». – 2020. – №2 (31). – С. 74-83
4. Mala Sundaram and Ambika Mani, "Face Recognition: Demystification of Multifarious Aspect in Evaluation Metrics," Face Recognit. - Semisupervised Classif. Subsp. Proj. Eval. Methods, p. 18, 2016, doi: 10.5772/62825.
5. Z. H. Feng, J. Kittler, M. Awais, P. Huber, and X. J. Wu, "Face Detection, Bounding Box Aggregation and Pose Estimation for Robust Facial Landmark Localisation in the Wild," IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit. Work., vol. 2017-July, pp. 2106–2111, 2017, doi: 10.1109/CVPRW.2017.262.
6. F. Schroff, D. Kalenichenko, and J. Philbin, "FaceNet: A unified embedding for face recognition and clustering," Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit., vol. 07-12-June, pp. 815–823, 2015, doi: 10.1109/CVPR.2015.7298682.
7. M. S. Brandon Amos, Bartosz Ludwiczuk, "Openface: A general-purpose face recognition library with mobile applications," C. Sch. ..., 2016 r., vol. 16, no. October 2015, pp. 1–18, 2016, [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://reports-archive.adm.cs.cmu.edu/anon/anon/usr0/ftp/2016/CMU-CS-16-118.pdf>.

Анотація

Представлено модифіковану архітектуру OpenFace через метод навчання класифікатором і спрощення архітектури мережі. Поліпшення після модифікації на тестовому наборі досягло майже 17%. В результаті отримано працездатну модель згорткової нейронної мережі, яка дає високі показники точності і може бути використана для впровадження у майбутню систему розпізнавання обличч.

Ключові слова: розпізнавання обличч, згорткова нейронна мережа, модифікація.

Аннотация

Представлена модифицированная архитектура OpenFace через метод обучения классификаторам и упрощение архитектуры сети. Улучшение после модификации на тестовом наборе достигло почти 17%. В результате получена работоспособная модель сверточной нейронной сети, которая дает высокие показатели точности и может быть использована для внедрения в будущую систему распознавания лиц.

Ключевые слова: распознавание лиц, сверточная нейронная сеть, модификация.

Abstract

A modified OpenFace architecture through the classifier learning method and network architecture simplification is presented. The improvement after modification on the test dataset reached almost 17%. The result is a workable model of a convolutional neural network, which gives high accuracy and can be used for implementation in the future face recognition system.

Keywords: face recognition, convolutional neural network, modification.

ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ФРЕЙМВОРКУ DJANGO ДЛЯ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЬ

Хома Д.Ю., магістр, dmytro.khoma.kita@donntu.edu.ua;

Ануфрієв П.О., аспірант, pavlo.anufriiev@donntu.edu.ua

*Донецький національний технічний університет,
м. Покровськ, Україна*

Розпізнавання обличь є дуже складною та трудомісткою задачею, що відноситься до високопродуктивних обчислень. Тому, при створенні такого додатку важливо обрати такі технології з розробки програмного забезпечення, які будуть давати ряд переваг над іншими: швидкість, еластичність, безпека.

На даний момент існує багато мов програмування, що використовуються для створення систем, пов'язаних з машинним навчанням (далі – МН). За версією GitHub [1], найпопулярнішими з них є: Python, C++, JavaScript, Java, C#.

Популярність Python для застосування в МН зумовлена наявністю великого набору бібліотек та фреймворків для аналізу даних, створення і впровадження моделей та алгоритмів МН. Такими бібліотеками є:

NumPy – це універсальна бібліотека, де можна з легкістю працювати з багатовимірними масивами, матрицями, робити операції з лінійної алгебри та числові перетворення. За даними GitHub, використовується майже в трьох чвертях проектів МН та наук про дані.

TensorFlow – фреймворк для МН, що має всеосяжну, гнучку екосистему інструментів, бібліотек і ресурсів, що дозволяє дослідникам пропонувати новітні технології штучного інтелекту, а розробникам створювати й розгортати програми, в основі яких лежать алгоритми машинного та глибокого навчання.

Pandas – це бібліотека, що забезпечує високопродуктивні, прості у використанні структури даних та інструменти аналізу даних для мови програмування Python.

Matplotlib – гнучка бібліотека для створення і візуалізації графіків.

Scikit-Learn – пакет для МН, великою перевагою якого є висока швидкість роботи, що реалізує широкий спектр алгоритмів МН та дозволяє використовувати цілу низку функцій, таких як регресія, кластеризація, вибір моделі, попередня обробка, класифікація та інше.

При створенні додатку для розпізнавання обличь постає питання про вибір платформи, на якій додаток буде працювати. Існує безліч платформ, наприклад, веб-додатки, які працюють через Інтернет, або класичні десктопні програми для відповідної операційної системи (ОС), що встановлюються, запускаються та працюють локально. Крім того, для створення додатку, що використовує МН, потрібно брати до уваги мову програмування, за

допомогою якого розроблена сама модель МН. В нашому випадку це Python, тому цю мову слід використовувати і для створення системи.

Веб-додатки [2], на відміну від десктопних програм:

- мають якісну кросплатформеність, адже не залежать від операційної системи;
- доступні повсюдно, з будь-якого пристрою при наявності інтернету;
- не вимагають попередньої підготовки середовища;
- дозволяють заощадити на розробці, часі та апаратних ресурсах розробників.

Серед усіх засобів будування веб-додатків на мові програмування Python [3], можна виділити лише декілька найбільш використовуваних фреймворків у розробці програмного забезпечення: Django та Flask.

Flask – фреймворк, який надає мінімальну основу для веб-додатку. В ньому немає вбудованої підтримки використання баз даних і вбудованої панелі адміністрування.

Django – це безкоштовний MVT (Model View Template) фреймворк, завдяки якому можна створювати як невеликі проєкти, так і складні веб-сайти. Завдяки використанню об'єктно-реляційного відображення [4] (ORM) для роботи з базами даних, Django може працювати з різними базами даних (Фласк тоже может): PostgreSQL, MySQL, SQLite та Oracle. При створенні додатка на Django, можна користуватись всіма бібліотеками, що використовуються в Python, без труднощів створювати нові моделі в базах даних, а за допомогою вбудованого шаблонізатора Jinja швидко створювати сторінки сайту. На відміну від Flask, в Django є вбудована сторінка адміністрування.

В якості фреймворка доцільно використовувати Django через швидкість розробки веб-додатків та підтримки бібліотек для МН. В якості бази даних – PostgreSQL, яка може зберігати будь-які типи даних, включаючи зображення.

Література

1. The State of the Octoverse: machine learning [Електроний ресурс] – Режим доступу: <https://github.blog/2019-01-24-the-state-of-the-octoverse-machine-learning/>
2. Десктопное или веб-приложение: плюсы и минусы [Електроний ресурс] – Режим доступу: <https://vc.ru/services/297762-desktopnoe-ili-veb-prilozhenie-plyusy-i-minusy>
3. Best Python Frameworks [Електроний ресурс] – Режим доступу: <https://hackr.io/blog/python-frameworks>
4. Object-relational mapping [Електроний ресурс] – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Object-relational_mapping

Анотація

Розглянуто питання вибору мови програмування, фреймворку та баз даних для розробки системи з розпізнавання обличь. Представлені вимоги до створюваної системи. Розглянуто особливості застосування деяких фреймворків та баз даних в створенні додатка з використанням машинного навчання.

Ключові слова: розпізнавання обличь, фреймворк, веб-додаток, машинне навчання.

Аннотация

Рассмотрены вопросы выбора языка программирования, фреймворка и баз данных для разработки системы распознавания лиц. Представлены требования к создаваемой системе. Рассмотрены особенности применения некоторых фреймворков и баз данных в создании приложения с использованием машинного обучения.

Ключевые слова: распознавание лиц, фреймворк, веб-приложение, машинное обучение.

Abstract

The issue of choosing a programming language, framework and databases for the development of a face recognition system is considered. The requirements to the created system are presented. Features of application of some frameworks and databases in creation of the application with use of machine learning are considered.

Keywords: face recognition, framework, web application, machine learning.

РОЗВИТОК ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

*Шпаченко А. А., студент, skworecanastya@gmail.com
Львівський національний університет імені Івана Франка,
м. Львів, Україна*

Інноваційний розвиток будь-якої держави має неабияке значення для її економіки в цілому та для окремих галузей зокрема. Завдяки новим розробкам та підходам можливий поступальний розвиток економіки. Саме одним з ключових факторів підвищення ресурсного потенціалу сільськогосподарських підприємств є впровадження ефективних інноваційних та інформаційних технологій у виробничий процес. Інноваційна діяльність є важливою складовою щодо прискорення зростання ресурсного потенціалу та підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарської продукції [1].

Впровадженню інновацій в аграрних підприємствах заважають, насамперед, відсутність фінансових можливостей та нестабільність законодавства в нашій країні. Крім цього, процеси інноваційної діяльності в аграрних формуваннях стримує погана забезпеченість необхідною інформацією та відсутність нових ідей.

Сільське господарство сьогодні формується низкою екзогенних факторів, окреслених природними явищами і людською діяльністю. Існують три основні причини зростання потреб в агротехнологічних інноваціях: 1. Зростання попиту – до 2050 р. населення Землі, за оцінками ООН, досягне 10 млрд. людей, а це означає, що глобальне постачання продовольства має збільшитися на 70% від поточного рівня для задоволення потреб. Денне споживання калорій на людину також зростає, тому підвищення врожайності надзвичайно важливе для забезпечення попиту. Розвиток агротехнологій дозволяє цього досягти. 2. Обмежені ресурси – більшість ресурсів вичерпні та постійно скорочуються. Сільське господарство «забирає» 69% прісної води й використовує понад 50% загальної площі планети, тому технології для підвищення продуктивності аграрного виробництва вкрай потрібні. 3. Зміна клімату – явище, що негативно впливає на сільськогосподарські культури в багатьох країнах. Підвищення продуктивності за рахунок технологій дозволить зменшити цей ризик. [2]

Основною метою інновацій в аграрній сфері є забезпечення економічності та екологічності сільськогосподарського виробництва. Але, на жаль, в продовольчій сфері, на відміну від інших сфер, розвиток інновацій відбувається більш повільно, що вимагає особливої уваги. У сільському господарстві з впровадженням інновацій види продукції, як правило, не змінюються, тільки набувають покращених властивостей. Слід відзначити, що у сільськогосподарському виробництві розробка інновацій і їх впровадження

пов'язані переважно з виведенням нових сортів рослин, порід тварин, розвитком і нарощуванням інфраструктури, виготовленням нової техніки, новими ресурсозберігаючими технологіями [1]. Це зумовлено, в першу чергу, особливостями самого сільськогосподарського виробництва, а саме: основним фактором виробництва є земля; сезонний характер виробництва; взаємодія з живими організмами (рослинами, тваринами, мікроорганізмами), що спричиняє високий рівень ризику. Нині, на жаль, власні та залучені інвестиції сільськогосподарських товаровиробників не достатні для їх ресурсного забезпечення [3]. Значний проміжок часу між витратами на ресурси та отриманням вже продукції, відносно довгий термін щодо віддачі вкладених грошових коштів стримує інтерес потенційних інвесторів щодо капіталовкладень у виробництво сільськогосподарської продукції. Проте не потрібно забувати, що конкурентоспроможність сільськогосподарської продукції можна забезпечити лише в тому випадку, коли розвиток аграрного виробництва здійснюватиметься на інноваційно-інвестиційній основі.

Щодо інновацій, які відіграватимуть ключову роль у найближчому майбутньому, то дослідники вважають, що варто звернути увагу на збереження біорізноманіття, декарбонізацію основних елементів продовольчої системи, а також на підтримку якості ґрунтів, бо їх деградація – велика проблема у світі. Також стверджують, що неабияку цікавість потрібно проявити в застосуванні супутникових систем моніторингу та аналізу даних у сільському господарстві. Конкретним прикладом є точне внесення добрив та насіння, контроль протягом періоду вирощування продукції. Також варто зосередити увагу на виробництві продуктів рослинного походження, адже саме ця тенденція набиратиме обертів. В інтерв'ю "Економічній правді" Жиль Мететаль, досвідчений експерт у сфері сільського господарства та продовольства, пропонує в майбутньому інвестувати у виробництво насіння, стійкого до несприятливих погодних умов. [4]

Отже, поєднання інвестиційної та інноваційної діяльності, вкладення значних коштів у сучасні інноваційні технології та виробництво інноваційних продуктів слід розглядати як найважливішу передумову ефективного функціонування вітчизняного сільського господарства у відкритому конкурентному середовищі.

Література

1. Інноваційне забезпечення розвитку сільського господарства України: проблеми та перспективи / [Лупенко Ю.О., Малік М.Й., Шпикуляк О.Г. та ін.]. Київ: ННЦ «ІАЕ», 2014. 516 с.
2. Мазуренко О. В., Столярчук Н. М. Інноваційне забезпечення аграрного сектору економіки: аналіз стану. Економіка АПК. 2019. № 12. С. 37 — 45.
3. Харченко В.В., Харченко Г.А. Інноваційно-інвестиційне забезпечення формування ресурсного потенціалу сільськогосподарських підприємств: монографія. Київ: ЦП «Компринт», 2015. 264 с.
4. ІТ та сільське господарство мають об'єднуватися, разом вони можуть дати дивовижний результат для України – Жиль Мететаль [Електронний ресурс] – URL:

<https://www.epravda.com.ua/projects/future-agro/2021/11/18/679698/> (Дата звернення: 18.11.2021р.)

Анотація

У статті визначено, що розвиток сільського господарства України повинен здійснюватися на інноваційно-інвестиційній основі. Зазначено, що у сільськогосподарському виробництві розробка інновацій і їх впровадження пов'язані переважно з виведенням нових сортів рослин, порід тварин, розвитком і нарощуванням інфраструктури, виготовленням нової техніки, новими ресурсозберігаючими технологіями.

Ключові слова: аграрний сектор економіки, сільське господарство, інновації, інвестиції, інноваційний розвиток.

Аннотация

В статье определено, что развитие сельского хозяйства должно осуществляться на инновационно-инвестиционной основе. Отмечено, что в сельскохозяйственном производстве разработка инноваций и их внедрение связана преимущественно с выведением новых сортов растений, пород животных, развитием и наращиванием инфраструктуры, изготовлением новой техники, новыми ресурсосберегающими технологиями.

Ключевые слова: аграрный сектор экономики, сельское хозяйство, инновации, инвестиции, инновационное развитие.

Abstract

The article stipulates that the development of agriculture in Ukraine should be carried out on an innovation and investment basis. It is noted that in agricultural production, the development of innovations and their implementation are mainly related to the introduction of new varieties of plants, animal breeds, development and expansion of infrastructure, production of new equipment, new resource-saving technologies.

Keywords: agricultural sector of economy, agriculture, innovations, investments, innovative development.

СУЧАСНА ІТ-ІНФРОСТРУКТУРА МІЖНАРОДНИХ КОМПАНІЙ

Аносов Ю.А., студент, yuraanosov20.10.98@gmail.com

Донецький національний технічний університет,

м. Покровськ, Україна

Для чого необхідна ІТ – інфраструктура

Гнучка, надійна та безпечна ІТ – інфраструктура допомагає підприємству досягти поставлених цілей та отримати конкурентну перевагу на ринку. Однак помилки під час впровадження ІТ-інфраструктури можуть призвести до проблем взаємодії, продуктивності та безпеки, включаючи системні збої та витік даних. Реалізована належним чином інфраструктура може розглядатися як фактор, що визначає прибутковість бізнесу.

ІТ – інфраструктура допомагає компаніям вирішити такі завдання:

- Формування позитивних вражень у клієнтів за рахунок безперервного доступу до веб-сайту та онлайн-магазину.
- Прискорення процесів розробки та виведення рішень на ринок.
- Збір даних у режимі реального часу для швидкого ухвалення рішень.
- Підвищення продуктивності праці співробітників.

ІТ – інфраструктуру організації можна розділити на 2 частини: базову та додаткову.

Базова інфраструктура та додаткова

Базова інфраструктура задовольняє базові потреби організації у сервісах, необхідні роботи, і є платформою підтримки і розгортання служб і додатків, критичних бізнесу компанії. Компоненти базової частини:

- фізична мережа (пасивне та активне обладнання СКС);
- основні мережеві служби та послуги (технологічні послуги);
- забезпечення безпеки;
- файловий сервер та файлові сервіси.

Додаткова інфраструктура надає послуги та служби, необхідні для вирішення конкретних бізнес-завдань. Ці послуги є обов'язковими і розгортаються залежно від потреб самої організації. Функціонування цих служб залежить від якості роботи ядра інфраструктури. Сюди можуть входити:

- служби мережевого друку;
- служба корпоративної електронної пошти та захисту від спаму;
- служби внутрішньо корпоративного зв'язку;
- служба спільної роботи;
- служба централізованого управління оновленнями;
- служба резервного копіювання та відновлення даних;
- служба централізованого зберігання та управління базами даних;
- служби моніторингу та управління ІТ – інфраструктурою;

- служби керування та налаштування параметрів безпеки за допомогою групових політик;
- служби присвоєння мережових сертифікатів та багато іншого.

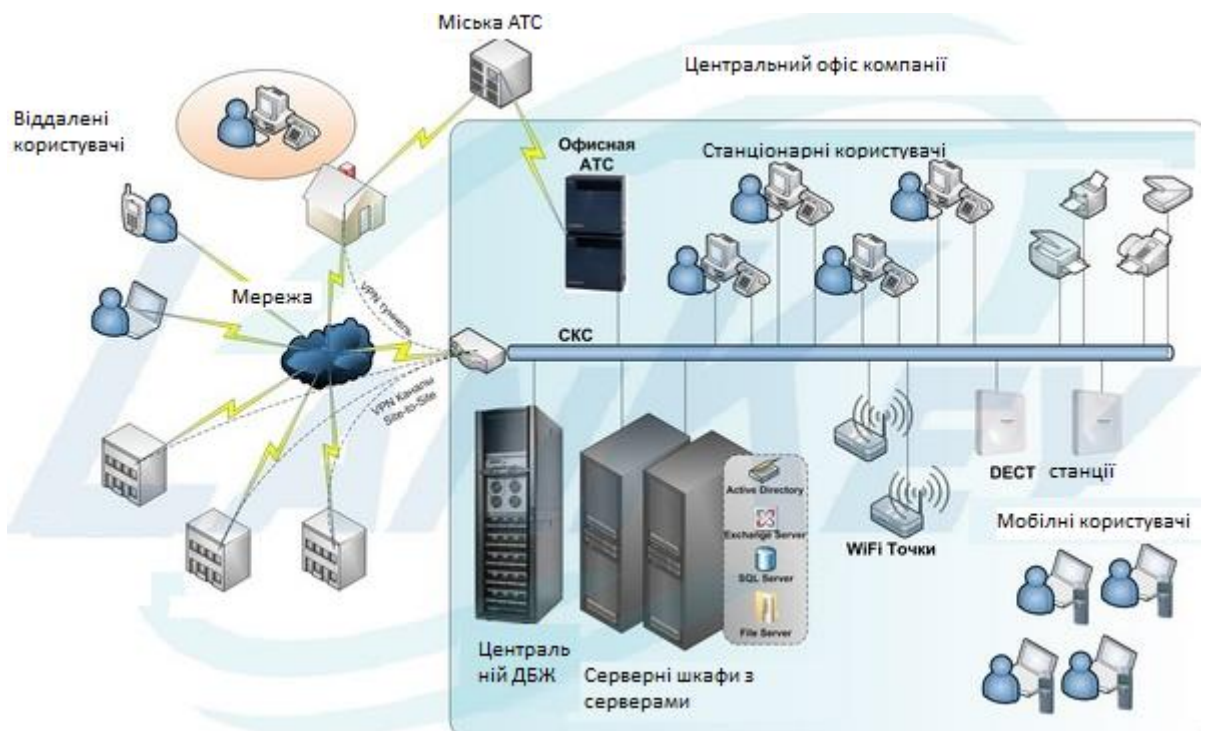


Рисунок 1 - Спрощена схема корпоративної інформаційної системи (КІС).

Традиційна та хмарна ІТ – інфраструктура

Традиційна ІТ – інфраструктура складається із звичайних апаратних та програмних компонентів: об'єктів фізичної інфраструктури, центрів обробки даних, серверів, мережових пристроїв, настільних комп'ютерів та корпоративних додатків. Як правило, для налаштування такої інфраструктури потрібно більше ресурсів, фізичного простору та витрат у порівнянні з іншими видами інфраструктури. Традиційна інфраструктура зазвичай встановлюється локально для внутрішньо-корпоративного чи приватного використання.

ІТ – інфраструктура на основі хмарних обчислень подібна до традиційної інфраструктури. Однак кінцеві користувачі можуть отримати доступ до інфраструктури через Інтернет та використовувати обчислювальні ресурси без встановлення локальних компонентів за рахунок віртуалізації. Технологія віртуалізації пов'язує фізичні сервери, обслуговування яких відповідає постачальник послуг, незалежно від своїх географічного розташування. Потім вона поділяє та абстрагує ресурси, наприклад ресурси системи зберігання даних, щоб надати доступ до них для користувачів прак-

тично в будь-якій точці світу, де є з'єднання з Інтернетом. Таку загально-доступну хмарну інфраструктуру ще називають загальнодоступною хмарию.

Оптимальна ІТ-інфраструктура

Конфігурація ІТ – інфраструктури залежить від потреб та цілей бізнесу, однак деякі завдання є універсальними для будь-якого підприємства. Оптимальна інфраструктура може забезпечити високопродуктивну систему зберігання даних, мережу з малим часом відгуку, безпеку, оптимізовану глобальну мережу, засоби віртуалізації та нульовий час простою.

- Високопродуктивні системи зберігання даних забезпечують зберігання та резервне копіювання даних і включають систему аварійного відновлення.

- Мережі з малим часом відгуку використовують компоненти корпоративної інфраструктури скорочення часу відгуку потоку даних.

- Захищена інфраструктура включає системи, що контролюють доступ до інформації і забезпечують готовність даних. Крім того, вона захищає бізнес від витоку даних та кібератак незалежно від розташування даних, тим самим зміцнюючи довіру клієнтів.

- Глобальні мережі забезпечують управління мережею, розставляючи пріоритети для даних і балансуючи пропускну спроможність для певних додатків.

- Віртуалізація допомагає прискорити ініціалізацію ресурсів сервера, збільшити час безперебійної роботи, підвищити ефективність аварійного відновлення та знизити витрати на електроенергію.

- Нульовий час простою спрямовано скорочення кількості збоїв бізнес-операцій і мінімізацію простоїв системи зниження витрат і збільшення прибутку.

Література

1. Стаття «Введение в ITSM - принципы управления ИТ-услугами и сервисами» [Електронний ресурс]: «itexpert.ru» - Режим доступу: <https://www.itexpert.ru/rus/newsline/articles/detail.php?ID=8917> - Дата доступу: липень 2021.
2. Побудова захищених корпоративних мереж / Ачилов Р. Н ДМК – 2013; ISBN: 9785940748847
3. Олифер Б.В., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы (4-е издание) / Учебное пособие. Питер.: 2010г., 943с.
4. Проектирование и расчет структурированных кабельных систем и их компонентов / А.Б.Семенов - М..2003 - 416 с
5. Семенов А.В., «Проектирование и расчет структурированных кабельных систем и их компонентов»; ДМК – 2003.;416 стр.; ISBN: 5940742106
6. Стаття «ІТ-інфраструктура» [Електронний ресурс]: «cyclowiki.org» - Режим доступу: [http:// cyclowiki.org/wiki/ІТ-інфраструктура](http://cyclowiki.org/wiki/ІТ-інфраструктура)- Дата доступу: липень 2021.
7. Стаття «ІТ-інфраструктура» [Електронний ресурс]: «lankey.ru» - Режим доступу: <https://www.lankey.ru/kis/>- Дата доступу: липень 2021.

Анотація

Представлені тези для участі у міжрегіональній науково-практичній конференції молодих учених «ТАК» – телекомунікації, автоматика, комп'ютерно-інтегровані технології» та публікації у збірнику матеріалів конференції. Розглянуто особливості ІТ – інфраструктури та їх стандарти у міжнародних компаніях.

Ключові слова: ТАК, ІТ, СКС, хмарні сервіси.

Анотация

Представленные тезисы для участия в межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых «ДА» - телекоммуникации, автоматика, компьютерно-интегрированные технологии »и публикации в сборнике материалов конференции. Рассмотрены особенности ИТ – инфраструктуры и их стандарты в международных компаниях.

Ключевые слова: ДА, ИТ, СКС, облачные сервисы.

Abstract

Theses for participation in the interregional scientific-practical conference of young scientists "YES - telecommunications, automation, computer-integrated technologies" and publications in the conference proceedings are presented. IT – infrastructures and their standards in international companies.

Keywords: YES, IT, SCS, cloud services

WHITEBOARD.FI IS A THREE-IN-ONE DIGITAL TOOL FOR TEACHERS

*Половін С. М., ст. викладач, serhii.polovin@donntu.edu.ua
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
м. Покровськ, Україна*

Do you ever ask students to sum up what they learned in class, thus inviting them to voluntarily participate. I've done it and you've done it and if you're experiencing low participation in your classroom, it's likely a major reason why that's because asking students to participate voluntarily can really only lead to one of two results - either students choose not to participate or a small group of students will choose to participate nearly every time. Even if every single student raised their hand, you'd still only logistically be able to call on a few students, which might lead you to think that the rest of the class gets it. When in fact they don't.

To address this problem, you might have tried a strategy like writing names on a piece of paper and pulling them out of a jar to mandate participation. But equity sticks still don't get to the underlying issue that we still haven't provided students with the means to be able to all participate at once. So what you really need is a tool that enables mandatory participation and a tool that enables all students to respond simultaneously.

Whiteboard.fi is one of the most effective apps for getting 100% participation [1]. That's because Whiteboard.fi built their app around one of the most effective non-tech tools for getting students actively involved in class - the mini whiteboard. When students have many whiteboards, instead of asking for voluntary participation, you can tell them: "This is all right, everyone. I want you to write down one thing you learned today on your mini whiteboard." And what Whiteboard.fi has done is take this highly effective tool - the mini whiteboard - and given it all the digital upgrades that make digital whiteboards inarguably superior to their physical counterparts.

While a digital whiteboard is not necessary every time you need a whiteboard, there are some instances where it is a huge upgrade from a physical whiteboard. You can save digital whiteboards to view later, you can invite or share digital whiteboards with students, you can zoom into a digital whiteboard to bring clarity to something, you can screen record your lesson over a digital whiteboard for an asynchronous lesson, and you never get marker ink on your fingers or your shirt. So digital whiteboards have a clear advantage over physical ones but unlike other digital whiteboard programs you might already be familiar with, Whiteboard.fi focuses more on optimizing the student mini whiteboard experience as opposed to just focusing on the teacher's whiteboard. Of course, you do still get a teacher's whiteboard with Whiteboard.fi. What I mean is that most digital whiteboards work primarily by allowing students to collaborate on a single board, which is usually the teacher whiteboard and this works for quick collaboration but

it isn't all that practical. If you want students to respond by writing a paragraph or completing a multi-step math problem, the type of work that really merits having their own workspace, let me show you how Whiteboard.fi is different [2].

So let's say, for example, that your ultimate goal is to have students fill in a diagram using Whiteboard.fi. You can first model on your teacher whiteboard how you would fill in the graphic organizer with similarities and differences while projecting your screen for the entire class to see. With Whiteboard.fi, you can choose to push your whiteboard out to every student's individual board so they'll have a template to use as an example to work from and then you can tell students to input their own ideas on the diagram using their own mini whiteboard space. Now instead of a handful of students participating, you'll almost certainly only have a handful of students not participating if any. Also, what I just showed you is a totally free feature in Whiteboard.fi [3].

I often hear a misconception out there that teaching with technology means you suddenly stop doing all the things you would do in a traditional classroom like having class discussions but that's just simply not the case. Even though students just responded using a digital tool, you can still follow up with them and call on students to have a class discussion and when you do, you'll likely get a lot more students to participate since they already practice writing down a response on their own. In Whiteboard.fi, you can take an individual student's response and add it back to the teacher whiteboard for the rest of the class to see and you could use that as a strategy to facilitate a conversation with the rest of the class and that is also a free feature. Now you might be thinking to yourself - sounds great but I already have a 100% participation strategy. Perhaps you've already used the single most recommended instructional strategy ever. The instructional strategy that supposedly solves any problem "the turn and talk turn and talks" are effective for mandating participation and they get all students participating, so what's the problem? The main problem I found with turning talks is that it's just very difficult to know exactly what students are talking about. When they're turning and, all right, go ahead and turn and tell your partner how you would solve the problem.

I'm not saying you necessarily need to cut the turn and talk but what you can do is add the digital mini whiteboard to the mix to add some rigor and accountability.

"All right! I want everyone to turn and tell their partner how they would solve the problem and then write down your answer on your mini whiteboard" and that's the second way that Whiteboard.fi can transform your classroom by making student thinking visible. Whiteboard.fi helps make thinking visible because as students are writing their answer, you'll get a bird's-eye view of all their responses coming through in real time and you can also even click on each board to get a much clearer sense of what students are actually working on. This is also a free feature in addition to augmenting partner work [4].

Being able to see every single student's individual workspace is also incredibly helpful for independent work. During independent work time rather than circulating around the room and stopping at desk to make sure students understand or are doing what they're supposed to be doing, you could use Whiteboard.fi to implement what's referred to as a flexible model of instruction. So what you'd be doing here is observing how students are progressing and then polling students who need additional support or enrichment. For example, in Whiteboard.fi you could create an assignment where students identify unknown words in a reading passage and then write a quick summary. As students are working, you could click on each workspace to see how they're doing.

Because of the way most traditional classrooms are structured, there's often little to no time to give students feedback in class which means we're often left bringing work home to do in the evening or on the weekends. Not only does that mean we're working extra outside of our work hours, it also means that students usually aren't getting feedback on their work for at least a week or sometimes even more. If you're like me and all the research shows that giving students feedback in the moment is one of the most effective ways to accelerate student learning, this is another category where Whiteboard.fi really stands out in addition to giving you a bird's eye view of all your students work.

Whiteboard.fi also allows you to give them quick feedback or more extensive feedback depending on your needs [5]. It is important to note that this ability to give feedback to students is a paid feature of Whiteboard.fi, but it's also a really powerful one, so you might want to consider making an upgrade so say, for example, that students are working on something like labeling a world map in addition to seeing students working in real time you could give them immediate feedback using one of these quick prompts like a heart thumbs up or thumbs down and if you need to give students more in-depth feedback, you can also give them a written response. For example, you might tell a student that they need to check their notes or you might even tell them that you'd like them to stay after classes to get some additional support. As soon as you give them that feedback, they'll see your comment pop up immediately on their screen. Another related very powerful feature in Whiteboard.fi is the ability to not just give feedback but also jump directly into a student's workspace.

It is almost like the ability to hop directly onto a student's computer to help them out. Say, for example, that students were working on an order of operations problem. If you noticed the student making an error, you could circle the step where the error was made.

As a way to help them hone in and figure out their own mistake, I also like just joining student workspaces as a classroom management strategy. The idea here is that as students are working, you would be circulating the room by jumping into each individual student's workspace and I like to leave them a little comment or just let them know that I'm there and that can just function as a way for students to understand that they're not just doing the work in isolation, that their teacher is

actually checking the work out and it should help increase the overall quality of work that students are doing in your class.

References

1. Whiteboard.fi – Online whiteboard for teachers and students. Retrieved from: <https://kahoot.com/schools/whiteboard-fi/>
2. A Guide and 5 Uses for Whiteboard.fi. Retrieved from: <http://katie-nieves.com/supportiveedtech/a-guide-5-uses-for-whiteboard-fi>
3. 5 Digital Whiteboard Apps for Teachers to Consider. Retrieved from: <https://blog.heyhi.sg/5-digital-whiteboard-apps-for-teachers-to-consider/>
4. Whiteboard.fi – Free Online Whiteboard for teachers and classrooms. Retrieved from: <https://rankchart.org/site/whiteboard.fi/>
5. Digital Whiteboard for classrooms. Retrieved from: <https://www.software-how.com/myviewboard-review/>

Abstract

How to secure 100% student participation in a class discussion, make what students are doing visible to the teacher, and provide an instant feedback to your students at the same time? The answer is a new web application Whiteboard.fi.

Key words: web application, participation in a discussion, feedback, homework completion monitoring, pair work.

Анотація

Як забезпечити 100% участь учнів у обговоренні в класі, зробити те, що роблять учні, видимим для вчителя, і водночас надати своїм учням миттєвий зворотний зв'язок? Відповідь – новий веб-додаток Whiteboard.fi.

Ключові слова: веб-додаток, участь в дискусії, зворотній зв'язок, контроль виконання домашнього завдання, робота в парах.

Аннотация

Как обеспечить 100% участие учеников в обсуждениях в классе, сделать то, что выполняют ученики, видимым для учителя, и в то же время обеспечить мгновенную обратную связь со своими учениками? Ответ - новое веб-приложение Whiteboard.fi.

Ключевые слова: веб-приложение, участие в дискуссии, обратная связь, контроль за выполнением домашних заданий, работа в парах.

СЕКЦІЯ 4

«Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані
технології»

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МАНІПУЛЯТОРІВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

Придятько Д.Р., студент, dmytro.prydatko@nure.ua

Яшков І. О., доцент, ihor.yashkov@nure.ua

*Харківський національний університет радіоелектроніки,
м. Харків, Україна*

На даний час одним із пріоритетних напрямів розвитку промисловості визнано створення та впровадження промислових роботів у виробництві. Промисловий робот виконує важливу роль у розвитку гнучкої автоматизації для оптимізації виробництва з можливістю не тільки постійно повторювати ті самі операції з гарантованою точністю, але і з можливістю простого перепрограмування у разі зміни виробничої програми користувача. Універсальність більшості промислових роботів дає можливість їх широкого застосування у складі роботизованих технологічних комплексів для різних видів виробництва. Створення та широке впровадження промислових роботів та маніпуляторів дозволяють інтенсифікувати різні технологічні процеси та операції, виключити застосування ручної малокваліфікованої та монотонної праці, особливо у важких, небезпечних та шкідливих для людини умовах.

Промислові роботи можуть виконувати завдання, які раніше могли виконувати тільки люди, крім того, змінився характер виробництва – близько 80% виробів виготовляється малими серіями. Автоматизація виробництва стає одним із суттєвих важелів підвищення продуктивності праці тому що дозволяє вирішити проблеми дво- та тризмінної роботи, підвищити коефіцієнт завантаження обладнання та ритмічність його роботи, покращити якість виробів та знизити їх собівартість, в першу чергу при дрібносерійному виробництві.

Дослідження показують, що один промисловий робот залежно від змінності роботи замінює 1 - 3 робітників, підвищує продуктивність праці на 60 - 80 % і забезпечує зниження витрат на підготовку виробництва на 45 - 50 %. При груповому використанні ефективність промислових роботів різко зростає: продуктивність збільшується не менше ніж у 3 - 5 разів, а в окремих випадках у 8 - 10 разів, відносно зменшуються капітальні вкладення та витрати на обслуговування, підвищуються інтенсивність та ритмічність виробництва, змінність, якість продукції, скорочується кількість браку [1].

Маніпулятор є керованим пристроєм, що має робочий орган для здійснення рухових функцій аналогічних людині. Залежно від способу керування маніпулятори, що застосовуються в промисловості, можна поділити на дві великі групи:

-маніпулятори, що керуються безпосередньо людиною-оператором, наприклад на виробництві, де немає необхідності в захисті людини від навколишнього середовища та в частому завантаженні-розвантаженні обладнання;

-маніпулятори з автоматичним керуванням. Керування ланки виконавчого механізму приводяться в рух сервоприводами, що працюють за попередньо складеною програмою, наприклад такі роботи використовують для роботи на віддалі з небезпечними речовинами (рис.1) [2].



Рисунок 1. Класифікація маніпуляторів

Роботи-маніпулятори, які є найпростіші за конструкцією, відносно дешеві та їх використання не веде до зміни технологічного процесу, оскільки вони легко вбудовуються в існуюче технологічне середовище (рис. 2).

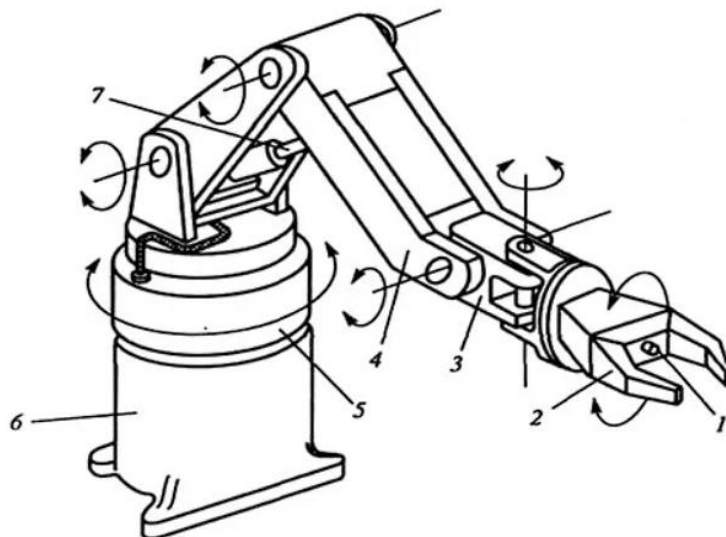


Рисунок 2. Структурна схема стандартного маніпулятора: 1- датчик зворотного зв'язку, 2- захватний пристрій, 3- кисть маніпулятора, 4- рука маніпулятора, 5- колона, 6- несівна конструкція, 7- привід руки маніпулятора

Відмінною якістю маніпуляторів виступають універсальність, невисока вартість, ефективність та точність виконання операції. Такі види робіт як механоскладальні, будівельно-оздоблювальні, підйомно-транспортні, складські та ремонтні автоматизовані виключно за допомогою маніпуляторів.

За розрахунками, задоволення потреб промисловості в роботах-маніпуляторах дозволить скоротити чисельність робітників ручної праці за більш ніж 30 професіями: слюсарів на 4 %, ремонтників - на 3%, пакувальників - на 5%, комірників - 2,5%, транспортників - на 3%, вантажників - на 5 %.

Системи візуалізації або камери, що широко використовуються для автоматизації, дозволяють роботам видаляти і маніпулювати великими деталями. Однак надійність робіт, їх програмне забезпечення, висока продуктивність та простота експлуатації є необхідними передумовами для правильного функціонування пристроїв та систем.

За результатами проведеного дослідження, можна зробити висновок, що використання маніпуляторів на виробництві значно збільшить випуск продукції та зменшить ризик браку. Автоматизація виробничих процесів, зокрема й у радіоелектронному приладобудуванні, за допомогою маніпуляторів сприяє скороченню ручної та важкої фізичної праці людини.

Література

1. Промышленные роботы и выгоды их внедрения на производстве [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://electricalschool.info/automation/2429-promyshlennye-roboty-i-vygody-ih-vnedreniya.html>
2. Синтез робототехнічних систем в машинобудуванні: підруч. для студентів вищ. техн. навч. закл., які навчаються за спец. 015 «Проф. освіта. Машинобудування»: присвяч. 100-річчю Ветрова Ю. О., ректора Київ. інж. буд. ін-ту, зав. каф. буд. машин / Л. Є. Пелевін, К. І. Почка, О. М. Гаркавенко та ін. ; М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. — Київ: ТОВ НВП «Інтерсервіс», 2016. - 258 с.

Анотація

Розглянуто особливості застосування маніпуляторів для автоматизації виробничих процесів. Приведена характеристика маніпуляторів та переваги їх використання. Досліджено ефективність впровадження маніпуляторів на виробництві.

Ключові слова: маніпулятор, автоматизація, ефективність.

Аннотация

Рассмотрены особенности применения манипуляторов для автоматизации производственных процессов. Приведена характеристика манипуляторов и преимущества их использования. Исследована эффективность внедрения манипуляторов на производстве.

Ключевые слова: манипулятор, автоматизация, эффективность.

Abstract

The peculiarity of using manipulators for the automation of production processes is considered. The characteristics of manipulators and the advantages of their use are presented. The effectiveness of the introduction of manipulators into production has been investigated.

Key words: manipulator, automation, efficiency.

ВИБІР КОНФІГУРАЦІЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ З ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОЮ СТРУКТУРОЮ ДЛЯ БІНАРНОЇ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ

Овчар Н.Ю., магістрант, nilaovchar122@gmail.com;

Стопакевич А.О., к. т. н., доцент, stopakevich@gmail.com

*Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса, Україна*

Ректифікаційні колони (РК) – це типові об'єкти керування для багатьох галузей промисловості: хімічної, нафто- і газопереробної, харчової, атомної та ін. Наведемо основні особливості РК як об'єкта керування: багатовимірність, наявність значних перехресних впливів в каналах керування, тривалість перехідних процесів, наявність нелінійної поведінки, особливо при виході за межі технологічного регламенту [1].

Технологічно РК можуть бути розділені на бінарні та колони з трьома чи більше продуктами. При чому продуктові потоки окремої РК можуть містити як порівняно чисті компоненти, так і суміші. Це залежить від особливостей технологічного процесу.

Системи автоматичного керування (САК) РК за характером обраних технологічних змінних для керування та її мети розділяються на системи підтримання енергетичного балансу, системи підтримання матеріального балансу, можливі й комплексні варіанти.

В літературі описано багато структур САК РК з різними типами регуляторів та законами керування. Їх аналіз не є метою доповіді, тому зазначимо лише що САК децентралізованої структури з використанням регуляторів ПІД-типу для РК, які застосовуються в промисловості, як і для багатьох інших об'єктів, є самим розповсюдженим варіантом [1].

САК децентралізованої структури мають декілька переваг. По-перше, вони просто реалізуються за допомогою типових засобів автоматизації. По-друге, настройка кожного окремого регулятора може бути проведена не тільки теоретично, а й підібрана емпірично за зрозумілими правилами, за результати спостереження за реальною поведінкою ОК з підключеним регулятором. По-третє, оскільки регулятори реалізуються автономно, то САК може продовжувати частково функціонувати при відмові одного регулятора чи, наприклад, при ремонті обладнання, яке з ним пов'язане. По-четверте, при застосуванні САК децентралізованої структури значно простіше проводити ручне управління оператором чи інженером, який може вимикати деякі регулятори та задавати керуючий вплив вручну.

Таким чином, слід зазначити, що поки рівень автоматизації на складних виробництвах не доросте до можливості повністю відмовитись від оператора та постійного інженерного обслуговування, САК децентралізованої структури будуть самим розповсюдженим варіантом.

Розглянемо задачу вибору конфігурації для РК, яка розділяє суміш ізопропанол-вода. Ця РК описується МПФ (час в секундах):

$$P(s) = \begin{bmatrix} P_{11}(s) & P_{12}(s) \\ P_{21}(s) & P_{22}(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{3.74}{(1803 \cdot s + 1) \cdot (78 \cdot s + 1)} & \frac{-3.45 \cdot e^{-53.3 \cdot s}}{(2698 \cdot s + 1) \cdot (72 \cdot s + 1)} \\ \frac{5.21 \cdot e^{-43 \cdot s}}{(2864 \cdot s + 1)} & \frac{-2.36}{(1275 \cdot s + 1) \cdot (525 \cdot s + 1)} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Керуючими впливам є потужність ребойлера u_1 (номінал 4100 Вт) і витрата флегми u_2 (номінал 65 г/хв). Керованими змінними є температура зверху y_1 (номінал 59.7 °C) і температура знизу y_2 (номінал 78.2 °C).

Ця колона є бінарною РК, яка передбачає застосування САК енергетичного балансу. Прямий показник – концентрація має бути підтриманий за непрямым (температура), що дещо підвищує вимоги до якості керування, оскільки кореляція між цими параметрами є певною тільки в околиці робочого режиму.

Сформулюємо задачу синтезу САК децентралізованої структури з регуляторами ПІД-типу. САК має задовольняти наступним вимогам: стійкість та запас стійкості, задовільна якість перехідних процесів, можливість вимикати регулятори, можливість зменшувати коефіцієнт передачі кожного регулятора якщо його поведінка на реальному ОК є агресивною (тобто занадто швидкі процеси при зavelикому керуючому впливі).

Для ОК (1) можливі дві конфігурації САК: 1) u_1 - y_1 , u_2 - y_2 2) u_2 - y_1 , u_1 - y_2 .

Досягнення чи недосягнення всіх сформульованих задач синтезу залежать від обраної конфігурації. Хоча в цьому випадку можливо просто емпірично промодельовати САК з двома конфігураціями, більш переконливим буде теоретичне обґрунтування вибору конфігурації. При чому цей вибір не має залежати від налаштувань чи типу регулятора, інакше задача дуже ускладнюється.

Серед методів вибору конфігурації для розв'язку цієї задачі є доцільним обрати лише такі, які використовують модель статички ОК. Низка таких методів є розрахунково простою, а статика багатьох технологічних ОК як правило більш досліджена, ніж динаміка [2].

Математична модель статички ОК (1) має вигляд:

$$P_0 = \begin{bmatrix} 3.74 & -3.45 \\ 5.21 & -2.36 \end{bmatrix}$$

Матриця RGA розраховується за формулою:

$$RGA(P_0) = P_0 \otimes P_0^{-T} = \begin{bmatrix} 3.74 & -3.45 \\ 5.21 & -2.36 \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} 3.74 & -3.45 \\ 5.21 & -2.36 \end{bmatrix}^{-T} = \begin{bmatrix} -0.9648 & 1.9648 \\ 1.9648 & -0.9648 \end{bmatrix}$$

Одним з правил для інтерпретації результатів матриці RGA є те, що діагональ з негативними значеннями брати заборонено, оскільки система буде нестійкою. Таким чином, залишається тільки побічна конфігурація (№2, u_2 - y_1 , u_1 - y_2).

Побудуємо матрицю RIA, яка отримується шляхом ділення одиниці на кожний елемент матриці RGA з відніманням від результату одиниці.

$$RIA(P_0) = \begin{pmatrix} -2.0364 & -0.4911 \\ -0.4911 & -2.0364 \end{pmatrix}$$

Одним з правил для інтерпретації результатів матриці RGA є те, що діагональ з значеннями за модулем більше одиниці брати не рекомендовано, оскільки перехресний вплив в даному випадку є домінуючим. Результат аналізу змістовно такий же.

Інтегрованість (тобто стійкість системи до відключення одного з регуляторів і зниження їх коефіцієнтів передачі в сторону зменшення) для ОК 2x2 можливо перевірити за допомогою індексу Нідерлінського.

$$P_1 = \text{diag}(P_0); \quad P_2 = \text{diag}_2(P_0),$$

$$NI_1 = \det(P_0)/\det(P_1) = -1.0364; \quad NI_2 = \det(P_0)/\det(P_2) = 0.5089$$

$$P_0 = \begin{bmatrix} 3.74 & -3.45 \\ 5.21 & -2.36 \end{bmatrix}, P_1 = \begin{bmatrix} 3.74 & 0 \\ 0 & -2.36 \end{bmatrix}, P_2 = \begin{bmatrix} 0 & -3.45 \\ 5.21 & 0 \end{bmatrix}$$

Негативне значення індексу означає, що така конфігурація є нестійкою, позитивне – що є властивість інтегрованості. Отже, бачимо, що результат змістовно сходиться з RGA з точки зору стійкості. Крім того, конфігурація №2 відповідає вимозі інтегрованості.

Таким чином, бачимо, що конфігурація №2 відповідає всім поставленим вимогам до децентралізованої САК. Математичне моделювання САК обох конфігурацій з обраними настройками ПІД-регуляторів[3] підтверджує отримані результати.

Література

1. Skogestad S. The Dos and Don'ts of Distillation Column Control / S. Skogestad // Chemical Engineering Research and Design. — 2007. — V. 85. — No 1. — P. 13—23.
2. Arranz M. C. A. On guided and automatic control configuration selection / C. Arranz M., W. Birk, A. Kadhim // 22nd IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA). — 2017. — P.1-6.
3. Стопакевич Ан. А. Проектирование робастных регуляторов объектами с большим запаздыванием / Ан. А. Стопакевич, Ал. А. Стопакевич // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2016. — Т.1. — № 79. — С. 48–56.

Анотація

В доповіді розглянута задача автоматичного керування бінарною ректифікаційною колоною. В якості структури системи автоматичного керування розглянута децентралізована структура, яка складається з автономних регуляторів ПІД-типу. З застосуванням

математичної моделі ректифікаційної колони проведений вибір конфігурації системи керування. Для вибору конфігурації використовувались методи RGA, RIA та індекс Нідерлінського. Математичне моделювання перехідних процесів в системі керування показує, що застосування зазначених методів вибору конфігурації в розглянутому випадку, дозволяє отримати структуру децентралізованої системи автоматичного керування, яка має властивість стійкості та інтегрованості.

Ключові слова: ректифікація, система керування, конфігурація, стійкість, інтегрованість.

Аннотация

В докладе рассмотрена задача автоматического управления бинарной ректификационной колонной. В качестве структуры системы автоматического управления рассмотрена децентрализованная структура, которая состоит из автономных регуляторов ПИД-типа. С использованием математической модели ректификационной колонны проведен выбор конфигурации системы управления. Для выбора конфигурации использовались методы RGA, RIA и индекс Нидерлинского. Математическое моделирование переходных процессов в системе управления показывает, что использование указанных методов выбора конфигурации в рассмотренном случае позволяет получить структуру децентрализованной системы автоматического управления, которая обладает свойствами устойчивости и интегрированности.

Ключевые слова: ректификация, система управления, конфигурация, устойчивость, интегрированность.

Abstract

In the report the problem of automatic control of binary distillation column is considered. As structure of automatic control system the decentralized structure, which consists of autonomous regulators of PID type is considered. Using a mathematical model of the distillation column, the choice of configuration of the control system was carried out. RGA, RIA and Niederlinski index methods were used to select the configuration. Mathematical modeling of transients in the control system shows that using of the mentioned methods of a configuration choice in the considered case allows to receive the structure of the decentralized automatic control system which has properties of stability and integrity.

Keywords: distillation, control system, configuration, stability, integrity.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВІДОМИХ ЗАДАЧ СИНТЕЗУ ОПТИМАЛЬНИХ РЕГУЛЯТОРІВ ДЛЯ ОБМЕЖЕНОГО ТА НЕОБМЕЖЕНОГО ІНТЕРВАЛУ ЧАСУ

*Калашніков М.А., магістрант, nikita777.a.k@gmail.com;
Стопакевич А.О., к.т.н., доцент, stopakevich@gmail.com
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса, Україна*

В найбільш загальному випадку процедура комп'ютерного синтезу оптимального регулятора стану може бути сформульована наступним чином. При деяких початкових x_0 при умовах: абсолютно точної моделі, відсутності збурень, відсутності шуму вимірювань і з усіма доступними для вимірювання станах знайти розв'язок задачі:

$$\left[\begin{array}{ll} \min_{x_\infty, u_\infty} & J_\infty(x_\infty, u_\infty) \\ \text{при} & u_k \in U_k \quad k = 0, \dots, \infty \\ & x_k \in X_k \quad k = 1, \dots, \infty \\ & x_{k+1} = f_M(x_k, u_k) \quad k = 0, \dots, \infty \end{array} \right.$$

якщо $U_k \subset \mathbb{R}^{n_u}$ і $X_k \subset \mathbb{R}^{n_x}$ є випуклими

Практично зазначена задача бути розв'язана не може, тому необхідно йти на деякі спрощення задачі.

Перший варіант [1] – залишити нескінченний інтервал часу, але застосувати лише лінійну модель і квадратичний критерій оптимальності. В такому випадку можливо застосувати рівняння Ріккати і отримати лінійно-квадратичний регулятор (LQR). Переваги цього варіанту: наявність одного точного розв'язку, порівняно низькі вимоги для комп'ютерної техніки (в порівнянні майже зі всіма методами сучасної теорії автоматичного керування).

Недоліки: можливе застосування лише лінійної моделі, задача не передбачає обмежень керування, в задачі синтезу використовується лише квадратична вагова функція, хоча задача синтезу з іншими функціями в деяких випадках зводиться до квадратичної, регулятор не адаптивний.

Другий варіант [2] – обмежити інтервал часу і знизити величину горизонту до P точок. В цьому випадку на кожному кроці необхідно розв'язувати оптимізаційну задачу. В якості керуючого впливу брати перше керування з розрахованих для забезпечення зворотного зв'язку. Переваги цього варіанту: можливо застосування як лінійних, так і нелінійних моделей (однак в цьому випадку можуть бути проблеми з випуклістю оптимізаційної функції), можливо застосування різних вагових функцій для оптимізації (при умові того, що вони забезпечують випуклість критерію), адаптивність поведінки регулятора.

Недоліки: в кожній ситуації може бути декілька розв'язків, проблеми з визначенням запасу стійкості та робастністю системи керування, більшість реалізації вимагають стійкої моделі. Таке формулювання використовувалось в багатьох модельно-прогнозуючих (МРС)-регуляторах першого покоління (ДМС та ін.).

Як правило при застосуванні лінійних моделей регулятори першого покоління вважаються застарілими. Однак другий підхід реалізується й для досліджуваних зараз нелінійних МРС (NMPC), які використовують в прогнозуванні нелінійні моделі [3]. Як і в лінійному випадку реалізується ітеративний алгоритм оптимального керування на заданому часовому горизонті. Якщо в лінійному випадку оптимізація проводиться по випуклій функції, то в нелінійному це вже не так, що значно ускладнює задачу оптимізації і пошук стійкого з точки зору керування рішення. Крім того, ускладнюється проблема оцінки станів, оскільки фільтр Калмана в класичному вигляді призначено для лінійних систем. Алгоритми NMPC використовують схеми оптимізації Ньютона за варіантами прямої колокації, прямої одинарної чи багаторазової зйомки. Для спрощення задачі алгоритми проводять пошук коло оптимальної зони, що була отримана на попередньому шагу вирішення. На жаль, для того, щоб досягти високої якості керування й гарантовану стійкість при розробці системи на базі цього регулятора треба проводити синтез на точній моделі з врахуванням всіх можливих збурень, що дуже складно.

Третій варіант [3] є логічним продовженням другого, але враховує досвід розробки систем керування на базі регуляторів першого покоління. В ньому також обмежується інтервал часу величиною горизонту і на кожному кроці необхідно розв'язувати оптимізаційну задачу. В якості керуючого впливу також треба брати перше керування з розрахованих для забезпечення зворотного зв'язку. Однак є значна різниця: використовується форма простору станів для лінійної моделі, використовується квадратичний критерій для оптимізації, лінійні обмеження визначаються за допомогою частково-лінійних функцій. В такій постановці задача оптимізації може бути сформульована як задача, яка має гарантований випуклий функціонал.

Результати проведеного аналізу показують, що на теперішній час для більшості випадків практичний сенс мають регулятори, які використовують перший чи третій підхід. Вирішальним фактором вибору між зазначеними підходами є доцільність застосування задачі керування з обмеженнями. Для цього треба проводити докладний аналіз динаміки як об'єкта керування, так і характерних збурень та їх впливу на параметри технологічного процесу. Крім того, треба брати до уваги й інші фактори, які впливають на якість роботи регулятора, такі як крок дискретності, здатність спостерігача якісно відновити стани для заданої моделі та ін. [4]

Література

1. Стопакевич А.А.. Системный анализ и теория сложных систем / А.А. Стопакевич. — Одесса : Астропринт, 2013.
2. Lundström P. Limitations of dynamic matrix control / P. Lundström, J. H. Lee, M. Morari, S. Skogestad // Computers & Chemical Engineering. — 1995. — №4. — P. 409—421.
3. Lahiri K. Multivariable Predictive Control: Applications in Industry / K. Lahiri. Hoboken, N.J. (USA) : Wiley, 2017.
4. Стопакевич, А.О. Синтез та дослідження астатичних оптимальних цифрових систем керування ректифікаційною колоною / А.О. Стопакевич, О.А Стопакевич // Інформатика та математичні методи в моделюванні. — 2021. — Т.11. — № 1-2.—С. 91—103.

Анотація

В доповіді розглянуті основні відомі задачі синтезу оптимальних регуляторів. Проаналізовані переваги та недоліки задач синтезу лінійно-квадратичного регулятора, динамічного матричного регулятора (DMC), нелінійного модельно-прогнозуючого регулятора (NMPC), модельно-прогнозуючого регулятора другого покоління, який використовує форму простору станів та QP-задачу оптимізації. Зазначено, що критерієм успіху розв'язку задачі синтезу системи керування є не тільки вибір регулятора, а й необхідні додаткові дослідження. Деякі з них обов'язкові для певних типів оптимальних регуляторів, а деякі – для всіх без винятку.

Ключові слова: оптимальний регулятор, система керування, модельно-прогнозуючий регулятор, порівняльний аналіз.

Аннотация

В докладе рассмотрены основные известные задачи синтеза оптимальных регуляторов. Проанализированы преимущества и недостатки задач синтеза линейно-квадратичного регулятора, динамического матричного регулятора (DMC), нелинейного модельно-прогнозирующего регулятора (NMPC), модельно-прогнозирующего регулятора второго поколения, который использует форму пространства состояний и QP-задачу оптимизации. Указано, что критерием успеха решения задачи синтеза системы управления является не только выбор регулятора, а и необходимые дополнительные исследования. Некоторые из них являются обязательными для определенных типов оптимальных регуляторов, а некоторых – для всех без исключения.

Ключевые слова: оптимальный регулятор, система управления, модельно-прогнозирующий регулятор, сравнительный анализ.

Abstract

The thesis considers the main known problems of design of optimal controllers. The advantages and disadvantages of problems of synthesis of linear-quadratic regulator, dynamic matrix regulator (DMC), nonlinear model predictive controller (NMPC), model predictive controller of the second generation, which uses the form of state space and QP-optimization problem are analyzed. It is pointed out that the success criterion for solving the problem of control system design is not only the choice of the controller, but also the necessary additional investigations. Some of them are mandatory for certain types of optimal controllers, and some of them are mandatory for all without exception.

Keywords: optimal controller, control system, model predictive controller, comparative analysis.

РОЗВ'ЯЗОК ЗАДАЧІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТЕПЛОВОЇ УСТАНОВКИ МЕТОДОМ АКТИВНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

*Швейдер В.С., магістрант, vshveyder@gmail.com;
Стопакевич А.О., к. т. н., доцент, stopakevich@gmail.com
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса, Україна*

Відомо, що активний експеримент часто вимагає великих матеріальних витрат і може перешкодити нормальному ходу технологічного процесу. Але в випадках, коли проведення активного експерименту можливе, для більшості складних технологічних об'єктів керування слід використовувати саме цей метод експериментального дослідження. Особливо це важливо для розв'язку задачі синтезу системи автоматичного керування. Така задача не може бути розв'язана на високому рівні без наявності експериментально перевіреної математичної моделі й розуміння меж її адекватності.

При плануванні активного експерименту розв'язується завдання раціонального вибору чинників, які впливають на об'єкт дослідження, і визначення необхідного числа проведених дослідів. Збільшення числа включених до розгляду чинників призводить до різкого зростання числа дослідів, зменшення – до суттєвого збільшення похибки дослідження. Фактор вважається заданим тільки тоді, коли при його виборі вказується його область визначення – сукупність значень, які може приймати даний фактор. В експерименті використовується обмежена частина області визначення, що задається зазвичай у вигляді дискретної безлічі рівнів. Вибрані фактори повинні бути однозначно керованими та операціональними, тобто піддаються регулюванню з підтриманням на заданому рівні протягом всього досвіду при дотриманні послідовності необхідних для цього дій. [1]

В результаті аналізу графіків, отриманих з перехідних процесах при дослідженні парового котла ДЕ-25-14-250 Г, були зроблені наступні висновки: об'єкт є багатовимірним зі значними перехресними зв'язками, ряд каналів об'єкту керування можуть бути описані в вигляді ланки першого порядку з запізненням, однак точніше їх описувати ланками більшого порядку, для об'єкта більш характерна параметрична невизначеність, ніж структурна.

Математична модель парового котла ДЕ-25-14-250 Г може бути описана у вигляді матриці передатних функцій (МПФ) з п'ятьма входами та п'ятьма виходами.

В якості керуючих впливів були обрані: подача палива на пальник (u_1), подача повітря в топку (u_2), потужність димососа (u_3), подача води в барабан котла (u_4) і продування котла (u_5).

В якості керованих змінних були обрані: концентрація O_2 в димових газах (y_1), розрядження в топці котла (y_2), рівень барабана котла (y_3), тиск пари на виході в магістраль паропроводу (y_4), солевміст (y_5).

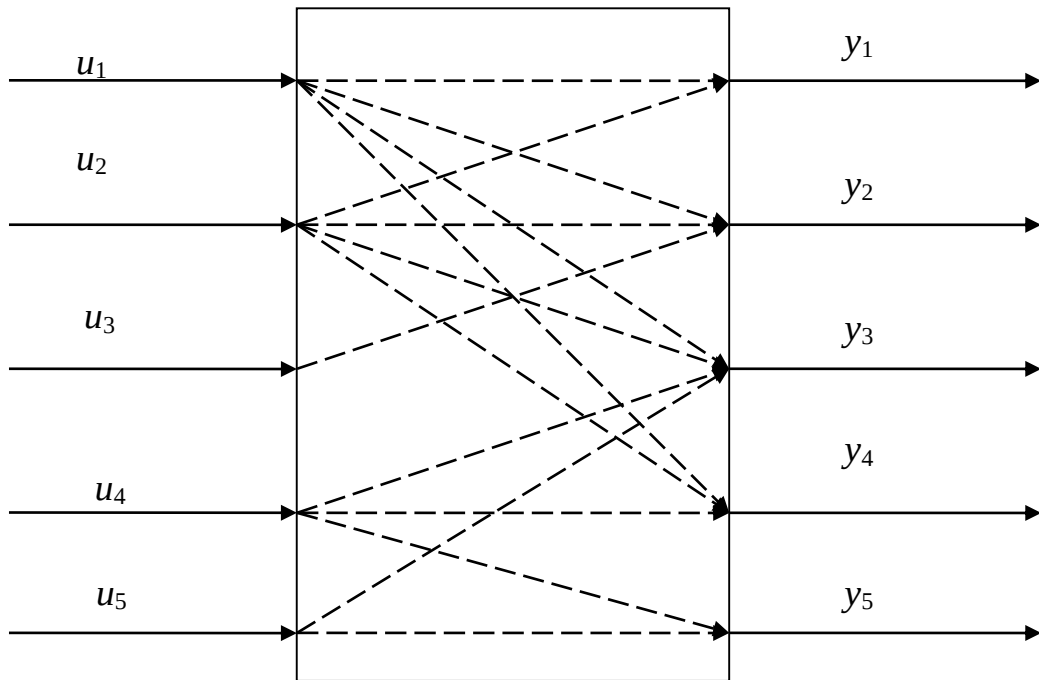


Рисунок 1. Параметрична схема ДЕ-25-14-250 Г як об'єкта керування

Визначення моделі системи з часового ряду називається ідентифікацією [1]. Мінімальна інформація, необхідна для ідентифікації лінійної системи, включає точне знання числа станів, входів і виходів n , m , l . Оскільки розмірність n найчастіше невідома, ідентифікація перетворюється на ітеративний процес, при якому, задавшись який-небудь n , ідентифікують систему. Потім отриману систему моделюють, звіряють отриманий процес з вихідним процесом i , якщо результат незадовільний, збільшують n і процедуру повторюють спочатку.

Математичну модель розглянутого ОК, як й більшості інших теплових об'єктів, доцільно будувати з моделей окремих каналів, використовуючи методи ідентифікації, які орієнтовані на використання одновимірних систем.

Результати дослідження каналів ОК при різному числі станів моделей дозволило встановити, що в більшості випадків моделі 4-го порядку достатньо для того, щоб майже повністю відтворити експериментальну динаміку, зафіксовану в часових рядах.

Порівняння експериментальних часових рядів по каналу «витрата палива – концентрація O_2 » і часових рядів, отриманих з ідентифікованих моделей різних порядків показані на рис. 2. На рис. час представлено в секундах, величина вхідного впливу – 1%.

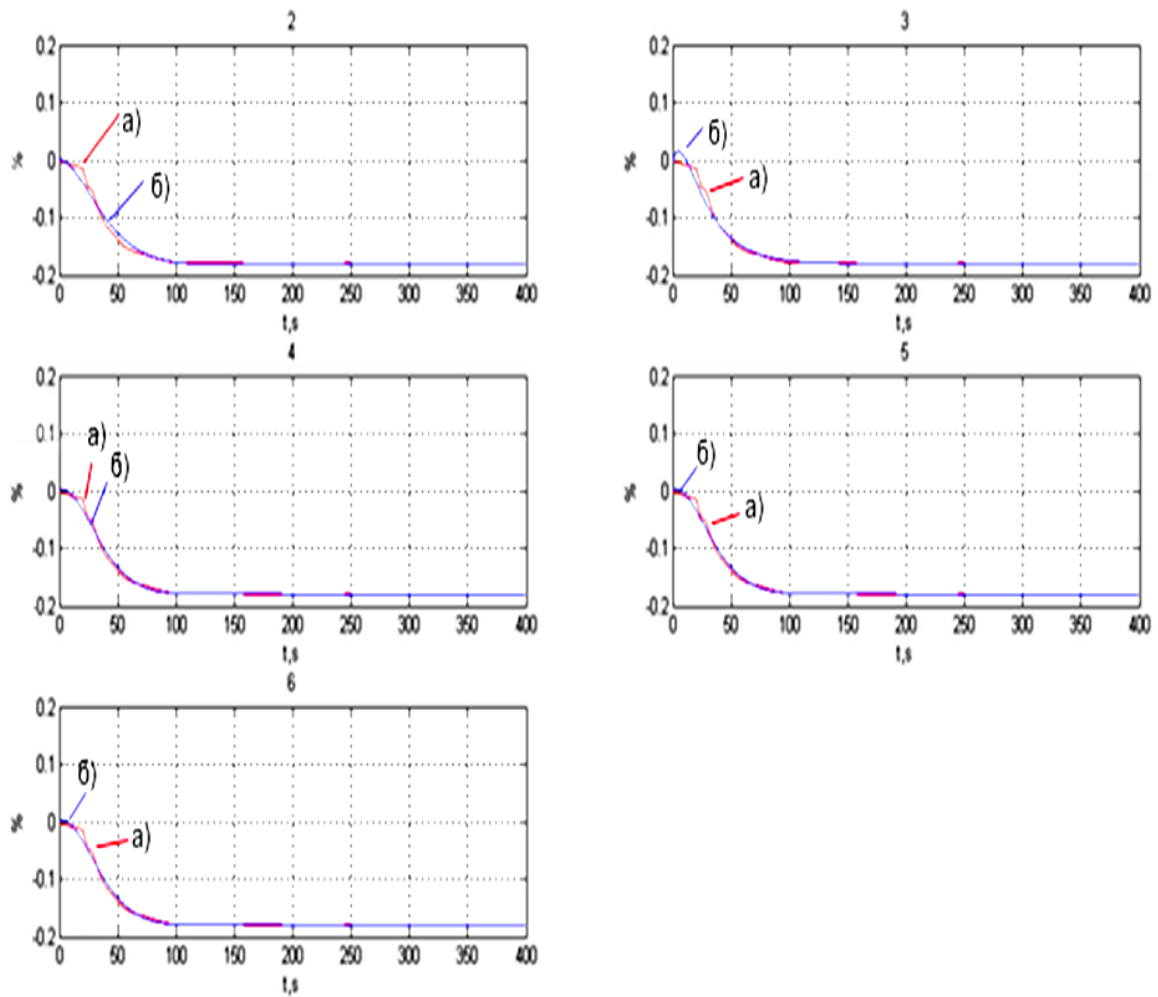


Рисунок 2. Порівняння експериментальних часових рядів по каналу «витрата палива – концентрація O₂» і часових рядів, отриманих з лінійних ідентифікованих моделей різних порядків (від 2 до 6): а – крива розгону об’єкта, б – ідентифікована модель.

Відмітимо також, що більшість каналів ОК керування можуть бути описані моделлю в вигляді ланки першого порядку з запізненням, що є зручним для поширених методів налаштування регуляторів ПІД-типу [2]. Однак, для регуляторів інших типів в якості малопараметрових моделей краще використовувати моделі другого порядку без запізнення [3].

Література

1. Стопакевич А.А.. Системный анализ и теория сложных систем / А.А. Стопакевич. — Одесса : Астропринт, 2013.
2. Стопакевич Ан. А. Проектирование робастных регуляторов объектами с большим запаздыванием / Ан. А. Стопакевич, Ал. А. Стопакевич // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2016. — Т.1. — № 79. — С. 48–56.
3. Кравцов Д.Н. Разработка и исследование модели парогенератора ПГВ-1000 / Д.Н. Кравцов, А.А. Стопакевич // Холодильна техніка та технологія. — 2013. — № 5(145).—С. 45—48.

Анотація

В доповіді розглянута задача ідентифікації теплової установки – парового барабанного котла ДЕ-25-14-250 Г. На основі експериментальних кривих розгону, які були отримані в ході факторного активного експерименту, проведено розв’язок задачі ідентифікації. Побудована параметрична схема об’єкта керування. Проведений аналіз динаміки каналів керування. Результат аналізу показує, що з високим ступенем точності канали можливо описати лінійними моделями четвертого порядку. Крім того, з достатнім рівнем точності канали об’єкта керування можуть бути описані малопараметровими моделями в вигляді ланки другого порядку і в вигляді ланки першого порядку з запізненням.

Ключові слова: ідентифікація, активний експеримент, тепла установка, паровий барабанний котел, параметрична схема, математична модель динаміки.

Аннотация

В докладе рассмотрена задача идентификации тепловой установки – парового барабанного котла ДЕ-25-14-250 Г. На основе экспериментальных кривых разгона, которые были получены в ходе факторного активного эксперимента, получено решение задачи идентификации. Построена параметрическая схема объекта управления. Проведен анализ динамики каналов управления. Результат анализа показывает, что с высокой степенью точностью каналы возможно описать линейными моделями четвертого порядка. Кроме того, с достаточном уровнем точности каналы объекта управления могут быть описаны малопараметровыми моделями в виде звена второго порядка и в виде звена первого порядка с запаздыванием.

Ключевые слова: идентификация, активный эксперимент, тепловая установка, паровой барабанный котел, параметрическая схема, математическая модель динамики.

Abstract

The thesis considers the problem of identification of a thermal unit - steam drum boiler DE-25-14-250 G. On the basis of experimental step response curves, which were obtained from the factorial active experiment, the solution to the identification problem has been obtained. The parametrical scheme of the control plant was constructed. The analysis of the dynamics of the control channels has been performed. The result of the analysis shows that with a high degree of accuracy the channels can be described by linear models of the fourth order. In addition, with a sufficient level of accuracy, the control plant channels can be described by low-parameter models in the form of a second-order link and a first-order link with dead time (lag).

Keywords: identification, active experiment, thermal unit, steam drum boiler, parametric scheme, mathematical model of dynamics.

СПОСОБИ УПРАВЛІННЯ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Ступак М.В., аспірантка, maryna.stupak@donntu.edu.ua;

Ступак Г.В., ст. викл., glib.stupak@donntu.edu.ua

Донецький національний технічний університет, м. Покровськ, Україна

Електричні мережі в Україні знаходяться на порозі великих структурних змін, які насамперед пов'язані з активним впровадженням зеленої генерації, зміною структури споживання та профілю споживачів. Саме ці чинники несуть руйнівний вплив на існуючий спосіб розподілу електричної енергії в об'єднаній енергосистемі, тому що використовується односторонній принцип розподілу, управління та передачі електроенергії без зворотного зв'язку (рисунк 1) [2].

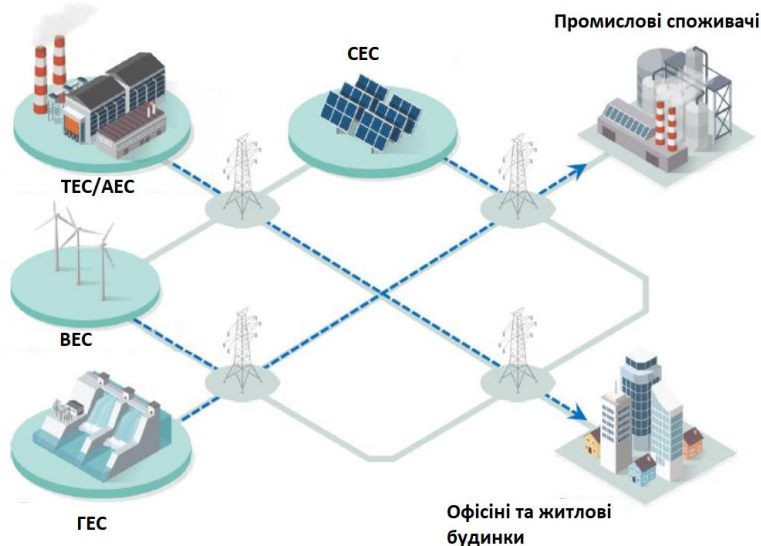


Рисунок 1. Системи одностороннього розподілу

Такі системи характеризуються наявністю суворої ієрархії, малою кількістю потужних виробників електроенергії, однонаправленістю потоків, відсутністю зворотного зв'язку і мінімальним рівнем девіації навантаження, що генерується споживачем. Дана схема розподілу представляє собою односторонню централізовану систему, до загального бюджету якої надходить енергія з різним типом генерації – атомна, теплова, гідро, вітро та сонячна, але при цьому не враховується саме її тип, та керованість процесом виробництва і залежність від різних чинників. Так само ці системи, саме через відсутність зворотного зв'язку не мають розуміння про рівень споживчого навантаження, що не дозволяє в повному обсязі будувати прогнози та керувати рівнем генерації. Активне впровадження в такі системи ВДЕ призводить до їх дисбалансу, тому що є висока ймовірність неспівпадіння піків генерації та споживання, що призводить до примусових вимкнень генеруючих потужностей, або ж навпаки серед споживачів через брак генерації.

Однак, прогрес не стоїть на місці, і електромережі поступово відходять від централізованої ієрархії. Впроваджуються технології підтримки передачу енергії від СЕС/ВЕС. У зв'язки з цим змінюється інфраструктура керування, і вона стає все більш «розумною», щоб забезпечити розподіл енергії, отриманої з різних джерел. Мережі повинні вміти керувати передачею енергії та її споживанням, при чому, робити це в режимі реального часу, з максимальною ефективністю та на основі використання нових вимірювальних технологій [1]. Такі мережі носять назву «SmartGrid» - інтегрована безпечна і надійна електроенергетична система, що охоплює генерацію, транспорт, розподіл і кінцеве споживання електричної енергії, ефективність якої забезпечується оперативним обліком енергоданих та заснована на застосуванні передових засобів моніторингу, комунікації, аналізу та динамічного управління. Приклад організації такої енергосистеми наведений на рисунку 2. [2]

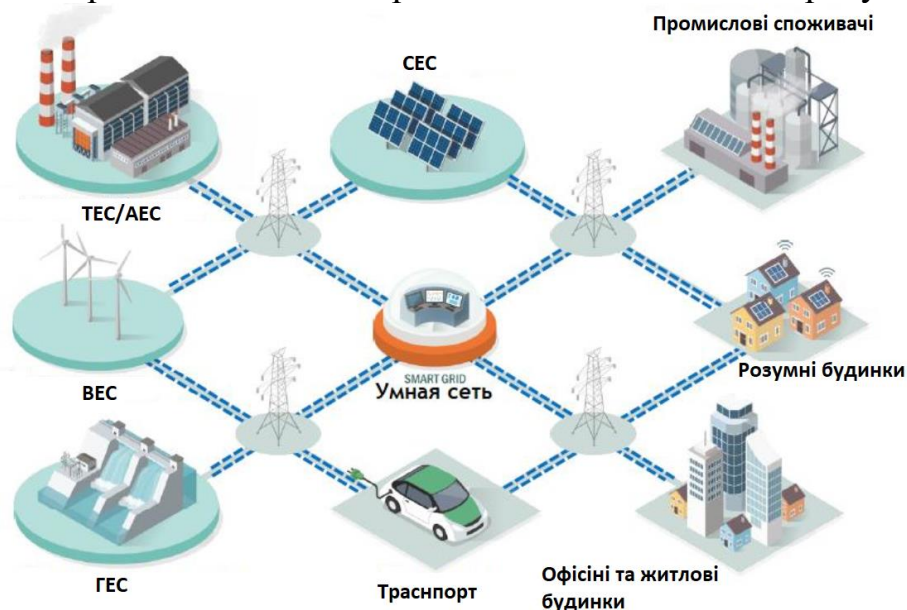


Рисунок 2. Приклад організації електроенергетичної системи SmartGrid

Перевагами такої системи в порівнянні з односторонньою централізованою ієрархією безперечно є більша кількість ступенів свободи, збільшена кількість малої генерації (в т.ч. і ВДЕ), наявність активних споживачів (одночасна генерація та споживання) і те що споживач як такий інтегрується до електроенергетичної системи як обов'язкова її складова. Дані системи більш гнучкі і дозволяють оперативно керувати рівнем генерації на станціях де існує технічна можливість, або ж в жорсткому режимі обмежувати її. Дані системи мають зворотній зв'язок, що частково дозволяє будувати прогнозні моделі для пом'якшення пікових режимів. Але при існуючому рівні проникнення ВДЕ, а особливо індивідуальних систем генерації малої потужності концепція SmartGrid також в повному обсязі не здатна забезпечити балансування в електричній мережі. Частково це пов'язано з недосконалістю прогнозування, яке використовує методи статистичної обробки і не враховує зовнішні чинники.

Найбільш прогресивний спосіб управління і новітня концепція побудови систем базується на комплексному підході до прогнозування та управління, де беруться до уваги абсолютно усі чинники та фактори впливу на рівень генерації і споживання. При побудові прогностичних моделей використовуються погодні умови, рівень освітленості, графіки роботи підприємств. Управлінські рішення приймаються за допомогою AI та BigData. Для цього необхідно мати розвинену телекомунікаційну інфраструктуру з можливістю оперативного моніторингу, контролю та управління. Частково, даний спосіб управління і побудови мережі базується на використанні концепції IoT, але в пристосуванні до електричних мереж він отримав назву IoE – Інтернет енергії. Дана концепція при наявності відповідної телекомунікаційної інфраструктури дозволяє будувати дуже потужні і в той же час гнучкі системи генерації і забезпечує точкове управління споживачами не на рівні пристроїв обліку чи розподілу, а на рівні кінцевих пристроїв.

Література

1. План розвитку системи передачі на 2020-2029 роки. [Електронний ресурс]. — URL: <https://euea-energyagency.org/wp-content/uploads/2020/04/Plan-Ukrenergo.pdf> - назва з екрану
2. Новая парадигма развития энергетики – роль Internet of Energy [Електронний ресурс]. — URL: <https://docplayer.com/73641160-Novaya-paradigma-razvitiya-energetiki-rol-internet-of-energy-yuriy-melnikov.html> - назва з екрану

Анотація

Розглянуто базові підходи до управління і способи організації електричних мереж. Визначені три моделі – одностороння централізована, SmartGrid та Internet of Energy. Переважає застаріла модель організації, але зростання ВДЕ та об'єктів малої генерації вимагає змін в процесі управління режимами і способів побудови. Сьогодні достатньо використовувати SmartGrid, але проектувати нові мережі слід в рамках концепції IoE.

Ключові слова: SmartGrid, IoE, ВДЕ, мережа.

Аннотация

Рассмотрены базовые подходы к управлению и способы организации электрических сетей. Определены три модели – односторонняя централизованная, SmartGrid и Internet of Energy. Преобладает устаревшая модель, но рост ВИЭ и объектов малой генерации требует изменений в процессе управления режимами и способов построения. Сегодня достаточно использовать SmartGrid, но проектировать новые сети следует в рамках концепции IoE.

Ключевые слова: SmartGrid, IoE, ВДЕ, сеть.

Abstract

Basic approaches to management and methods of organizing electric networks are considered. Three models have been identified - one-way centralized, SmartGrid and Internet of Energy. An outdated model prevails, but the growth of renewable energy sources and small-scale generation facilities requires changes in the process of managing modes and methods of construction. Today it is enough to use SmartGrid, but new networks should be designed within the framework of the IoE concept.

Keyword: SmartGrid, IoE, ВДЕ, network.

ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ КОТЛОМ ТЕПЛОЦЕНТРАЛІ

Білянський С. О., магістр, sergey.bilyanskiy@gmail.com

Донецький національний технічний університет, Покровськ, Україна

Автоматизація технологічних процесів, керування виробництвом і окремим господарством є одним з найважливіших стратегічних напрямків економічного розвитку. Поруч зі створенням нових матеріалів і технологій, автоматизація технологічних процесів і виробництва є пріоритетним напрямком економічного розвитку.

Авдіївський коксохімічний завод є найбільшим коксохімічним заводом Європи, входить до Групи Метінвест, з проектною річною потужністю 6,87 млн тонн. тон кокаїну. В основному він виробляє продукцію для металургії (20% всього доменного коксу в Україні). Шість цехів АКХЗ забезпечують виробництво хімічних продуктів з кам'яновугільної смоли і коксового газу, які виділяються при коксуванні вугільної шихти.

Очищений коксовий газ використовується для нагріву батарей коксових печей на комбінованій теплоелектростанції (ТЕЦ) для вироблення електроенергії, тепла і технологічної пари для виробничих потреб заводу, а також для невеликих споживачів. Для виробництва пари та електроенергії на АКХЗ також використовується теплова енергія гарячого коксу, яка утилізується на установках сухого гасіння коксу.

Потужність ТЕЦ дозволяє забезпечувати Авдіївський коксохімічний завод власною технологічною парою, тепловою та електричною енергією. Крім того, Заводська ТЕЦ виробляє тепло і гарячу воду для жителів Авдіївки.

Але система автоматичного керування котлом ТЕЦ, яка зараз функціонує на ПАТ "АКХЗ", має деякі недоліки, що негативно впливають на хід процесу в цілому.

Грунтуючись на практиці впровадження автоматичних систем управління на інших підприємствах подібного профілю, пропонується встановити на даний об'єкт одну з систем, призначену для вирішення завдань автоматичного управління технологічним процесом в реальному масштабі часу, що має розподілену структуру і взаємодіє з об'єктом управління через мікропроцесорний контролер.

Він буде її обробляти і видавати керуючі впливи, згідно закладеної в нього програми. Далі інформація про об'єкт управління передається на провідну систему, яка управляє роботою самого контролера.

Специфіка кожної конкретної системи управління визначається використовуваною на кожному рівні програмно-апаратною платформою. Нижній рівень системи складають датчики, пристрої вимірювання технологіч-

них параметрів, приводи і виконавчі пристрої, встановлені на технологічному обладнанні і призначені для збору первинної інформації та реалізації виконавчих впливів. Цей рівень називають рівнем введення-виведення.

Пристрої даного рівня можуть бути інтелектуальними, в цьому випадку обмін інформацією з ними може здійснюватися безпосередньо по мережі передачі даних.

Наступний рівень системи-програмовані контролери. Вони виконують функцію безпосереднього автоматичного управління технологічними процесами. Управління виконавчими механізмами здійснюється за певними алгоритмами шляхом обробки даних про стан технологічних параметрів, отриманих за допомогою вимірювальний прилад. Цей рівень отримав найменування рівня безпосереднє керування.

Сервери технологічних даних та автоматизовані робочі місця операторів технологічного обладнання утворюють так звану SCADA-систему, верхній рівень АСУ ТП.

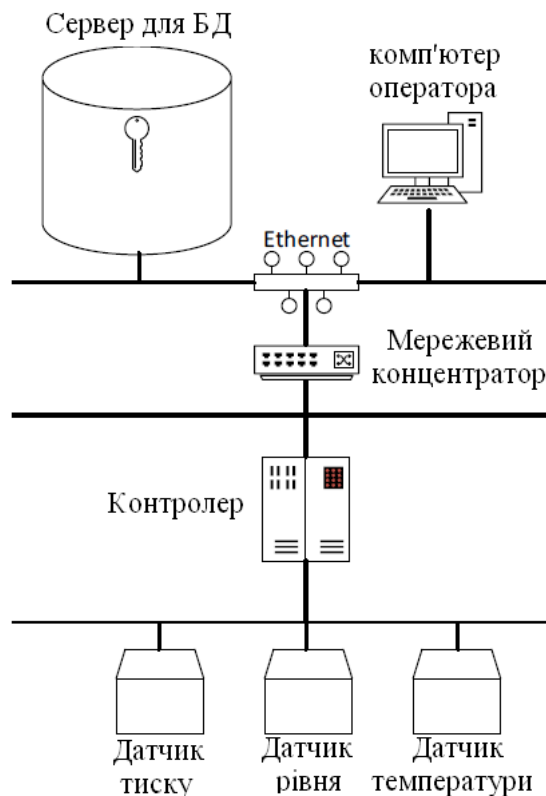


Рисунок 1. Три-рівнева структура АС

Регульованими параметрами технологічного процесу є рівень води в баку котла. Об'єктом управління є контур області між точкою вимірювання рівня і органом управління клапаном. Довжина цієї ділянки визначається правилами установки датчика і регулюючими органами, яка зазвичай становить кілька метрів. Проміжний час затримки становить кілька секунд для рідини, постійне значення часу становить кілька секунд.

В якості алгоритму управління виберемо алгоритм управління ПІД-регулятора, який забезпечує хорошу якість управління, досить короткий час для входу в режим і низьку чутливість до зовнішніх впливів.

Робота ПІД-регулятора заснована на наступному принципі: вимірюється відхилення значення, яке стабілізовано до заданого значення, за результатами відхилення цього значення видається керуючий сигнал, який являє собою суму трьох доданків, перше пропорційно відхиленню цього значення, друге пропорційно інтегралу відхилення від заданого значення і третє пропорційно похідної відхилення від заданого значення.

Відбувається порівняння - завдання за рівнем порівнюється з поточним значенням рівня, отриманим за допомогою датчика рівня води (LT1, LT2).

Відповідно до невідповідності регульованому значенню регулятор рівня генерує і видає завдання на положення регулюючого органу - клапана. Встановлене положення порівнюється з поточним, отриманим від датчика положення регулюючого клапана. На підставі розбіжності в положенні блок управління генерує керуючий сигнал на привід позиціонера.

Рівень води, який повинен підтримуватися в резервуарі, встановлюється на панелі оператора. Значення з датчика рівня передається на ПЛК, потім значення порівнюються. Далі формується вихідний сигнал струму, який подається на перетворювач частоти, на виході якого формується напруга живлення приводу клапана. За допомогою клапана з електричним приводом Електрична енергія перетворюється в поступальний рух штока. Таким чином, рівень в Баку стає рівним заданому тиску.

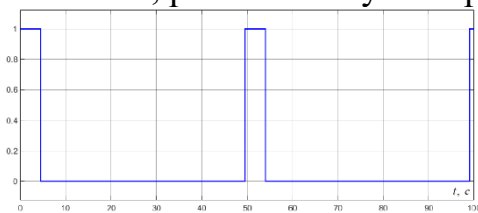


Рисунок 2. Діаграма сигналів в робочому режимі

Процес нагріву відбувається досить повільно, але так як він володіє інерцією, температура теплоносія може перевищувати задане значення. Використання температури гістерезису $T=3,2^{\circ}\text{C}$, що віднімається з значення помилки, дозволяє перек-

лючитися в режим очікування до досягнення заданої температури.

Різниця між режимами роботи котла полягає в різниці в часі паузи між порційною подачею палива з постійною швидкістю в топку.

Таким чином, шляхом поділу режимів роботи котла на два – набору і підтримки температури, досягається оптимальний найбільш ефективно використання твердого палива для досягнення заданої температури теплоносія. Так як самостійний вихід котла з позаштатних ситуацій – перегрів теплоносія і палива поза камерою згоряння є значущим пунктом в автоматизованій системі, вибудовано додаткове рішення по виходу з аварійного режиму.

Література

1. Справочник коксохимика. В 6-и томах. Том 3, Улавливание и переработка химических продуктов коксования / Под общ. ред. д-ра техн. наук Е.Т. Ковалева. – Харьков: Издательский Дом «ИНЖЭК», 2009. – 432 с.
2. Сидельский Л.Н., Юренев В.Н. Котельные установки промышленных предприятий– 3-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 528 с.
3. Ордынцев В. М. Математическое описание объектов автоматизации. – М.: Машиностроение, 1965, 265 с.
4. Корнилов Ю. Г. Теоретические основы автоматического регулирования. – Киев: Техника, 1965, 462 с.
5. Теория автоматического управления. /Под ред. Нетушила А. В. – М.: Высшая школа 1976, - 424 с.

Анотація

Розглянуто проблеми функціонування системи автоматичного керування котлом теплоцентралі та шляхи їх подолання.

Розглянуто трирівневу структуру типових автоматичних систем та проведено розробку алгоритму режимами роботи котла теплоцентралі на базі ПІД-регулятора, який забезпечує більш якісне управління, досить короткий час для входу в режим і низьку чутливість до зовнішніх впливів.

Ключові слова: автоматизована система управління, датчики, scada, ПІД-регулятор.

Аннотация

Рассмотрены проблемы функционирования системы автоматического управления котлом теплоцентрали и пути их преодоления.

Рассмотрена трехуровневая структура типовых автоматических систем, проведен разработку алгоритма режимами работы котла теплоцентрали на базе ПИД-регулятора, который обеспечивает более качественное управление, достаточно короткое время для входа в режим и низкую чувствительность к внешним воздействиям.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, датчики, scada, ПИД-регулятор.

Abstract

The problems of functioning of the automatic control system of the boiler of the heating plant and ways to overcome them are considered.

The three-level structure of typical automatic systems is considered, the algorithm for the operation modes of the boiler of the heating plant based on a PID controller is developed, which provides better control, a sufficiently short time to enter the mode and low sensitivity to external influences.

Keywords: automated control system, sensors, scada, PID controller.

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ НАГРІВАННЯМ ДУТТЯ В ПОВІТРОНАГРІВАЧАХ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ

*Щербаков С. В., к.т.н., sherbakov.s.v@gmail.com;
Тюрнєв К. В., магістрант, turnev.kirill@gmail.com
ДВНЗ «ПДТУ», м. Маріуполь, Україна*

Промисловість та наука вимагають у доменному виробництві докорінного покращення використання паливно-енергетичних та сировинних ресурсів, вогнетривів, металоконструкцій, здійснення технічного переозброєння, істотного зниження питомих витрат всіх видів палива, коксу, скорочення шкідливих викидів.

Повітронагрівачі – це потужні металургійні агрегати, які багато в чому визначають економічні показники доменного виробництва. Оптимізація температурного режиму нагріву дуття призводить до скорочення витрат коксу та зростання продуктивності доменних печей, що істотно знижує експлуатаційні витрати. У діючих системах автоматичного керування режим нагріву характеризується підтриманням оптимального співвідношення газ/повітря при максимально можливих витратах газу. Дуже важливим є питання якості спалювання газу при його великих витратах, зокрема зниження вмісту СО в димових газах.

Свого часу теорію регенерації тепла та спалювання палива в ПН розвивали і зробили в неї значний внесок: Семикин І.Д., Гольд-фарб Е.М., Аверін С.І., Грес Л.П., Левченко Б.А., Кошельник В. М., в ближньому зарубіжжі: Тимофєєв В.М., Шкляр Ф.Р., Малкін В.М., Каштанова С.П., Калугін Я.П. та ін.

Предметом досліджень даної роботи є тепломасообмінні, фізико-хімічні процеси при спалюванні палива у повітронагрівачах доменних печей з метою удосконалення технології отримання гарячого доменного дуття, теорії та технології доменного виробництва.

Основними задачами автоматичного управління тепловим режимом повітронагрівачів є повне та економічне спалювання палива, нагрівання насадки до заданої температури з обмеженням граничної температури купола для запобігання руйнуванню вогнетривів, автоматичне перемикання з режиму нагрівання на режим дуття та навпаки.

Системи управління повинні забезпечувати надійний технологічний зв'язок доменної печі з повітронагрівальними пристроями, з перетворенням останніх в автоматизований об'єкт, що повністю задовольняє вимогам технології доменного виробництва.

Вирішення поставлених задач забезпечується шляхом комплексної модернізації існуючих систем автоматизації процесу регулювання спалювання змішаного доменно-природного газу в повітронагрівачах доменних печей.

Система управління нагріванням дуття має забезпечити можливість інтеграції до існуючих систем АСУ ТП.

Також метою вдосконалення системи є скорочення викидів в атмосферу оксиду вуглецю (CO) та підвищення техніко-економічних показників роботи доменних печей за рахунок більш ефективного управління процесом спалювання газу в повітрянагрівачах.

Мета досягається за рахунок застосування сучасних та ефективних засобів автоматизації:

- газоаналітичних систем з використанням інтелектуальних аналізаторів;
- перетворювачів частоти, які забезпечують оптимальне регулювання швидкості обертання двигунів вентиляторів, та відповідно, пропорційну зміну витрат повітря;
- існуючих і впроваджуваних засобів обчислювальної техніки на базі промислових мікроконтролерів, які дозволяють оптимізувати процес регулювання та поліпшити його показники.

Основними критеріями ефективності функціонування системи є:

- екологічно чисте спалювання змішаного газу в повітрянагрівачах;
- більш ефективне використання тепла для нагріву повітрянагрівачів за рахунок скорочення зайвих витрат повітря, що викидається в димову трубу;
- підвищення терміну служби вогнетривів повітрянагрівачів за рахунок управління нагріванням з контролем температури куполу та температури димових газів;
- підвищення терміну служби редукторів механізмів вентиляторів газових пальників за рахунок плавного запуску електродвигунів за допомогою перетворювачів частоти.

Впровадження системи має забезпечити:

- отримання достовірної інформації про вміст кисню та горючих компонентів у газах, що відходять;
- зменшення викидів оксиду вуглецю в атмосферу;
- покращення умов роботи виробничо-технологічного персоналу;
- забезпечення газовиків та обслуговуючого персоналу комплексною та достовірною інформацією про процес спалювання газу в повітрянагрівачах та про роботу вентиляторів у зручній для сприйняття формі;
- скорочення трудовитрат при пошуку причин виникнення аварійної ситуації;
- підвищення технологічності виробництва за допомогою застосування сучасних методів регулювання подачі повітря.

Таким чином, досягнення ефективної та надійної роботи апаратної та програмної складових систем автоматичного управління нагріванням дуття в доменних повітрянагрівачах разом із вдосконаленням технології та конструктивних особливостей агрегату забезпечує оптимальну роботу повітрянагрівачів та оптимальне використання енергетичних ресурсів, поліпшуючи

тим самим показники ефективності роботи, енергозбереження та екологічної безпеки.

Література

1. Грес Л.П. Высокоэффективный нагрев доменного дутья: Монография / Л.П. Грес. – Днепропетровск: Пороги, 2008, – 492 с.
2. Глишков Г.М. АСУ ТП в черной металлургии: Учебник для вузов 2-е изд. перераб. и доп. / Г.М. Глишков, В.А. Маковский. – М.: «Металлургия», 1999. – 310 с.
3. Доменные воздуходуватели / Ф. Р. Шкляр [и др.]. – М.: Металлургия, 1982. – 176 с.
4. «Воздуходуватели Калугин» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.kalugin.biz/ru/content/hot_stoves

Анотація

Розглянуто питання підвищення ефективності спалювання змішаного доменно-природного газу в повітрянагрівачах доменних печей. Наведено аспекти модернізації систем контролю та регулювання технологічних параметрів повітрянагрівачів доменних печей в умовах доменного цеху, основними критеріями якої є: ефективна взаємодія з АСУТП доменної печі, сучасне апаратне та програмне забезпечення, інтеграція в АСУ виробництвом.

Ключові слова: повітрянагрівач, тепловий режим, спалювання палива, ефективність, модернізація АСУ.

Аннотация

Рассмотрены вопросы повышения эффективности сжигания смешанного доменно-природного газа в воздуходувателях доменных печей. Представлены аспекты модернизации систем контроля и регулирования технологических параметров воздуходувателей доменных печей в условиях доменного цеха, основными критериями которой являются: эффективное взаимодействие с АСУТП доменной печи, современное аппаратное и программное обеспечение, интеграция в АСУ производством.

Ключевые слова: воздуходуватель, тепловой режим, сжигание топлива, эффективность, модернизация АСУ.

Abstract

The issues of increasing the efficiency of combustion of mixed blast furnace natural gas in air heaters of blast furnaces are considered. Aspects of modernization of control systems and regulation of technological parameters of air heaters of blast furnaces in a blast furnace shop are presented, the main criteria of which are: effective interaction with the control system of the blast furnace, modern hardware and software, integration into the production control system.

Key words: air heater, thermal regime, fuel combustion, efficiency, automated control system modernization.

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВТОРИННИМ ОХОЛОДЖЕННЯМ МБЛЗ

Черевко О.О., к.т.н, cherevkoea89@gmail.com;

Щербаков С.В., к.т.н, sherbakov@ukr.net

*ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»,
м. Маріуполь, Україна*

Режим вторинного охолодження багато в чому визначає якість поверхні та внутрішньої структури злитка. Так, нерівномірне охолодження злитка призводить до виникнення термічних напружень в ньому, які, в свою чергу, викликають утворення поверхневих і внутрішніх тріщин. Інтенсивність вторинного охолодження визначає час повного затвердіння злитка, а, отже, і продуктивність МБЛЗ.

На підставі аналізу інформації, наведеної в джерелах [1, 2], а також в технічній документації МБЛЗ, сформульовано вимоги, що пред'являються до вторинного охолодження злитка, які зводяться до того, що протягом ЗВО повинен забезпечуватися певний еталонний профіль температури поверхні злитка. Завдання динамічної системи вторинного охолодження (ДСВО) - організувати вторинне охолодження злитка таким чином, щоб виконувалась рівність дійсної та еталонної температур поверхні злитка протягом ЗВО.

На основі аналізу ДСВО МБЛЗ був розроблений ряд пропозицій по її вдосконаленню. Розроблено структуру вдосконаленої ДСВО для однієї секції ЗВО (рис. 1).

Пропонується обладнати ДСВО системою безпосереднього контролю температури поверхні злитка за допомогою пірометрів спектрального відношення. Безпосередній контроль температури поверхні злитка в ЗВО має забезпечити такі переваги:

1. Якщо температура поверхні злитка контролюється в кожній із секцій ЗВО, то датчики температури поверхні злитка можна включити в ДСВО замість моделі кристалізації злитка. Таким чином, отримаємо замкнуту САР температури поверхні злитка для кожної із секцій ЗВО, яка дозволить наблизити дійсну температуру поверхні злитка до еталонної.

2. Безпосередньо контролюючи температуру поверхні злитка в ряді точок вздовж технологічної лінії МБЛЗ, можна задати граничні умови І-го роду для моделі кристалізації злитка, що дозволить підвищити точність розрахунку температурного поля моделлю. Таким чином, підвищується точність прогнозування протяжності двофазної зони в зливку, що є важливим для забезпечення належного функціонування системи м'якого обтиску.

3. Дані, одержувані при безпосередньому контролі температури поверхні зливка, можна використовувати при налаштуванні моделі кристалізації, зокрема для визначення значень коефіцієнтів тепловіддачі в секціях ЗВО.

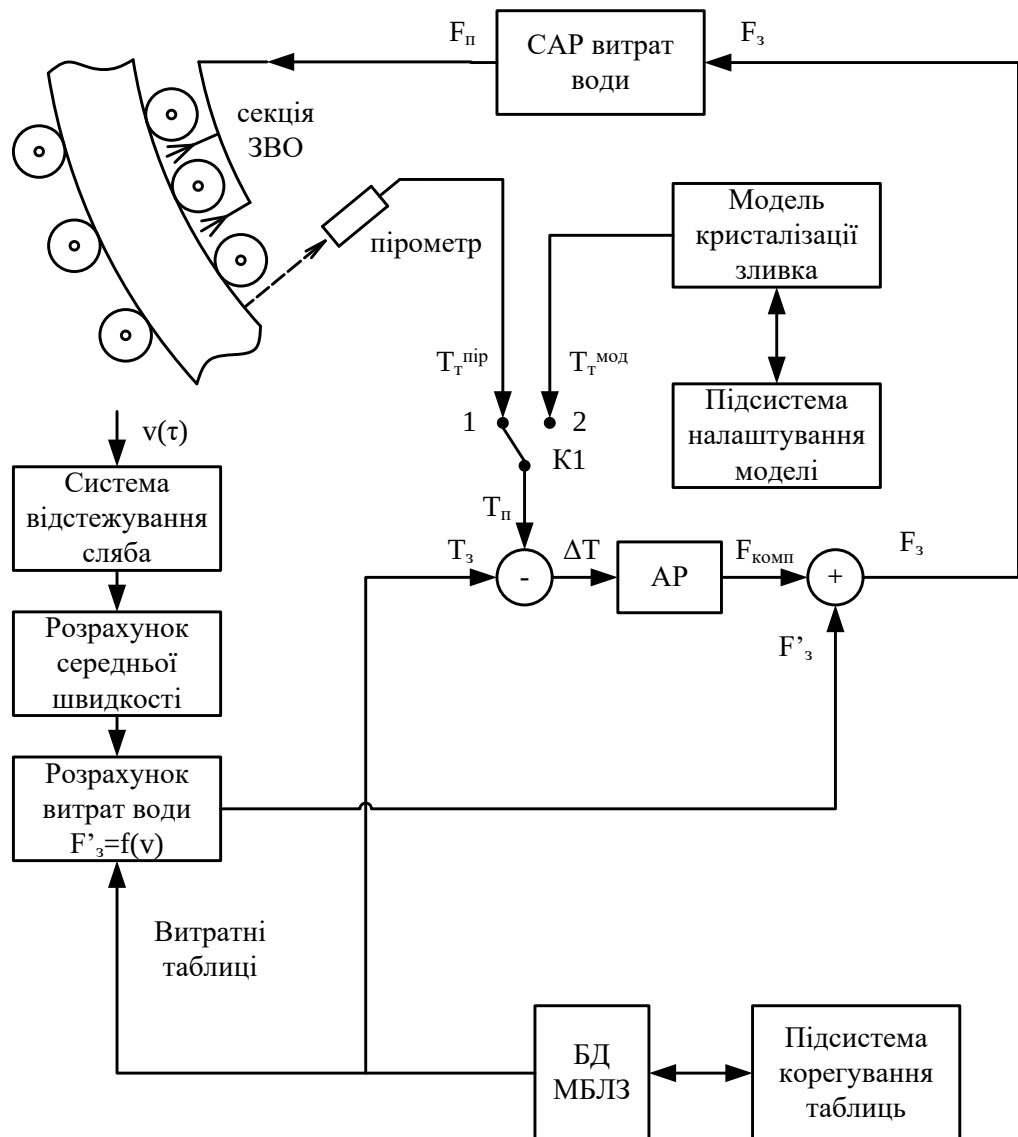


Рисунок 1. Структура удосконаленої ДСВО для однієї секції ЗВО

Безпосередній контроль температури зливка повинен дозволити розробити і застосувати методи налаштування моделі кристалізації, тому пропонується ввести в ДСВО МБЛЗ підсистему налаштування моделі.

В алгоритмах побудови витратних таблиць використовуються значення коефіцієнтів тепловіддачі в секціях ЗВО. Підсистема налаштування моделі дозволить визначати дійсні значення коефіцієнтів тепловіддачі. Таким чином, з'являється можливість уточнення витратних таблиць, для реалізації якої до складу ДСВО вводиться відповідна підсистема.

При виході одного або декількох датчиків температури поверхні зливка з ладу ДСВО перейде до колишнього режиму функціонування.

Таким чином, безпосередній контроль температури поверхні зливка повинен дати можливість істотно підвищити якість вторинного охолодження.

З іншого боку, пропозиції по вдосконаленню не знижують надійності роботи ДСВО, тому що у разі виникнення проблем з нововведеннями залишається можливість переходу до колишнього режиму роботи системи.

Література

1. Емельянов В. А. Тепловая работа машин непрерывного литья заготовок / В. А. Емельянов. — М. : Металлургия, 1988. — 143 с.
2. Буланов Л. В. Машины непрерывного литья заготовок. Теория и расчет / Л. В. Буланов, Л. Г. Корзунин, Е. П. Парфенов и др. — Екатеринбург : Уральский центр ПР и рекламы «Марат», 2004. — 449 с.

Анотація

Головним фактором, який визначає якість одержуваних на МБЛЗ злитків, є організація режимів вторинного охолодження. Проведено аналіз існуючої системи управління вторинним охолодженням зливків на МБЛЗ і внесені пропозиції щодо її удосконалення. Пропонується включити до складу системи засоби для контролю температури поверхні зливка в зоні вторинного охолодження. Розроблено метод контролю температури поверхні зливка, який ґрунтується на застосуванні пірометрів спектрального відношення.

Ключові слова: МБЛЗ, вторинне охолодження, автоматичний контроль, температура поверхні зливка.

Аннотация

Главным фактором, определяющим качество получаемых на МНЛЗ слитков, является организация режимов вторичного охлаждения. Проведен анализ существующей системы управления вторичным охлаждением слитков на МНЛЗ и внесены предложения по ее совершенствованию. Предлагается включить в состав системы средства контроля температуры поверхности слитка в зоне вторичного охлаждения. Разработан метод контроля температуры поверхности слитка, который основывается на применении пирометров спектрального отношения.

Ключевые слова: МНЛЗ, вторичное охлаждение, автоматический контроль, температура поверхности слитка.

Abstract

The main factor that determines the quality of the ingots obtained at the continuous casting machine is the organization of the secondary cooling modes. The analysis of the existing system of management of the ingot secondary cooling at the continuous casting machine has been carried out and the proposals for its improvement have been made. It is proposed to include in the system the means for controlling the temperature of the ingot surface in the secondary cooling zone. A method of controlling the temperature of the ingot surface is developed, which is based on the use of spectrometric ratio pyrometers.

Keywords: continuous casting machine, secondary cooling, automatic control, ingot surface temperature

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ КЛІМАТОМ ЦЕХУ ПО ВИГОТОВЛЕННЮ М'ЯСНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Романов Р.В., магістрант, roman.romanov.kita@donntu.edu.ua;

Поцєпаєв В.В., к.т.н., доцент, valerii.potsepaiev@donntu.edu.ua

Донецький національний технічний університет,

м. Покровськ, Україна

Сучасний аграрно-промисловий комплекс (АПК) є високотехнологічним підприємством, в якому технології виробництва продуктів харчування мають високий рівень автоматизації.

Найважливішу роль з напрямлень виробництва грає цех з виготовлення м'ясних виробів. У такому цеху достатньо високий рівень автоматизації лінії виробництва, що підтримує високу якість виробленої продукції. Водночас публікації з побудови систем автоматичного керування кліматом в приміщенні цеху по виробництву м'ясної продукції, де на температуру у приміщенні багатий вплив мають, такі потужні джерела тепла як варочно-копильні печі та димогенератори, рідко зустрічаються.

На сьогоднішній день загострюється проблема опалення та кондиціонування, через неминуче зростання вартості енергоносіїв всіх видів. В зв'язку з цим завдання дослідження та розробки системи автоматичного керування кліматом в цеху по виготовленню м'ясної продукції є злободенним.

Метою роботи є розробка системи автоматичного керування кліматом цеху по виготовленню м'ясної продукції.

Для синтезу САУ використовувалася функціональна схема, наведена на рисунку 1[2], яка була отримана в результаті аналізу систем опалення та кондиціонування приміщення як об'єкта управління. Проведений аналіз показав, що найбільш ефективною з існуючих систем управління опаленням та кондиціонуванням є комбінована система управління, що поєднує принцип регулювання по збуренню і принцип регулювання по відхиленню. При цьому, залежно від температури зовнішнього повітря змінюється температура теплоносія, що надходить, яка регулюється подачею необхідного обсягу газу в котел опалення та температура повітря на виході з кондиціонера. Облік фактичної температури в будівлі проводять введенням додаткової поправки до керуючого впливу. Враховуючи існуюче запізнення регулювання по відношенню до зміни параметрів зовнішнього клімату на інтервалі часу Δt , пропонується використовувати процедуру передбачення збурюючого впливу для компенсації впливу зовнішніх збурень на якість відпрацювання керуючого сигналу.

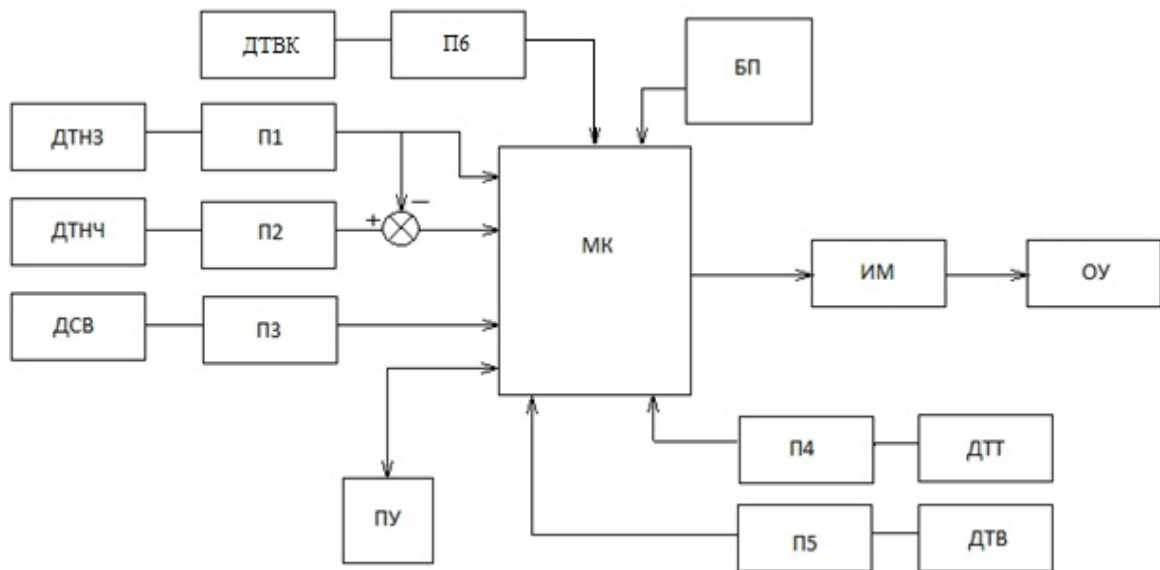


Рисунок 1 – Функціональна схема пристрою.

Модель складатиметься з трьох основних частин — моделі ОУ, яким є спеціалізоване приміщення бібліотеки і моделей виконавчих пристроїв, в якості яких виступають котел опалення та кондиціонер. Збурюючими впливами будуть температура зовнішнього повітря, яка в побудованій моделі задається блоком *Narujnayatemperatura*, та кількість теплоти, яка передається приміщенню від людей, та задається блоком *Teplootludei*. Керуючим впливом буде витрата газу, що подається в котел опалення, та яку у моделі розраховує регулятор контуру опалення. За допомогою витрати газу регулюється температура теплоносія на виході з котла. Іншим керуючим впливом є температура повітря на виході з кондиціонера, за яку відповідає контролер в контурі кондиціонування. Далі нагрітий теплоносій подається в систему опалення, що знаходиться в приміщенні, а повітря з кондиціонера – безпосередньо в приміщення, для підтримки в ньому температури повітря в 22°C. Після того, як теплоносій віддав частину тепла в приміщенні, він знову подається в котел, нагрівається, і продовжує циркулювати в системі. Для відповідності законам термодинаміки, а саме термодинамічній рівновазі та другому початку термодинаміки, які встановлюють, що теплота може переходити тільки від більш нагрітого тіла до менш нагрітого, у моделі використовуються блоки логіки.

Проведено моделювання без опалення та кондиціонування, щоб переконатися у працездатності моделі та її відповідності реальним режимним параметрам.

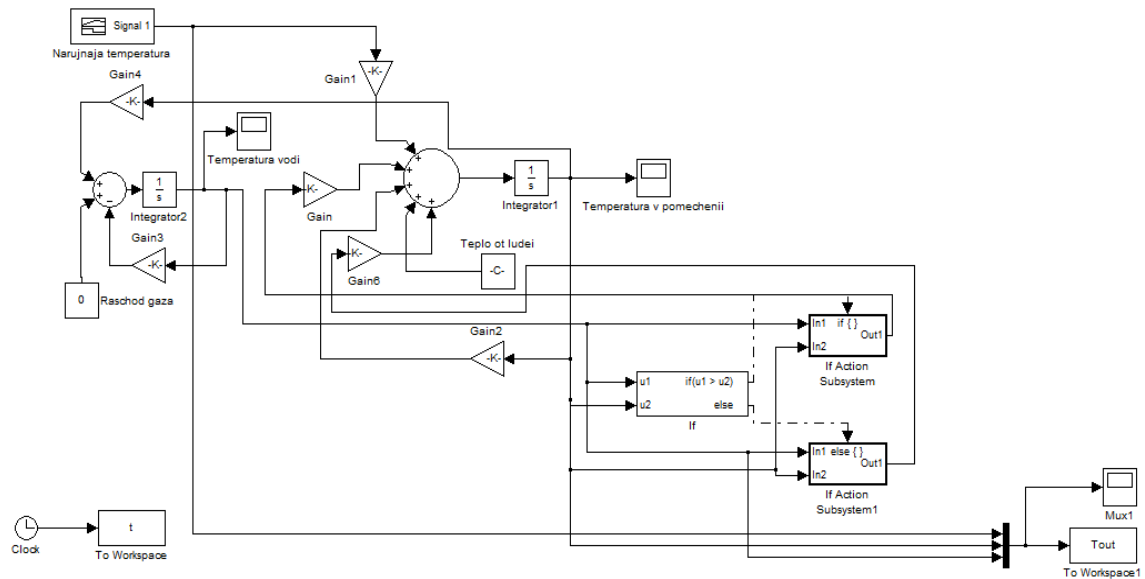


Рисунок 2 – Імітаційна модель об'єкту керування.

Для моделювання САУ без погодозалежного управління синтезуємо класичний ПД регулятор, який до сих пір є найбільш поширеним варіантом керування складними динамічними системами. Розрахунок опорних коефіцієнтів ПД регулятора буде проходити за допомогою методу Зіглера – Нікольса, які далі будуть емпірично підбиратись для досягнення найліпшого результату регулювання.

Модель системи з ПД регуляторами, які відповідають за витрату газу у котлі опалення та температуру повітря на виході з кондиціонера, показана на рисунку 2 [2]. Конструктивне виконання вибраних в пункті котла опалення та системи кондиціонування накладає на модель певні обмеження, а саме – витрата газу не повинна перевищувати $0.001 \text{ м}^3/\text{год}$, а діапазон температур повітря на виході з кондиціонера дорівнює -10°C – $+22^\circ\text{C}$. Ці обмеження задаються блоками Saturation. Кількість теплоти, що йде від людей, задається блоком Teplootludei.

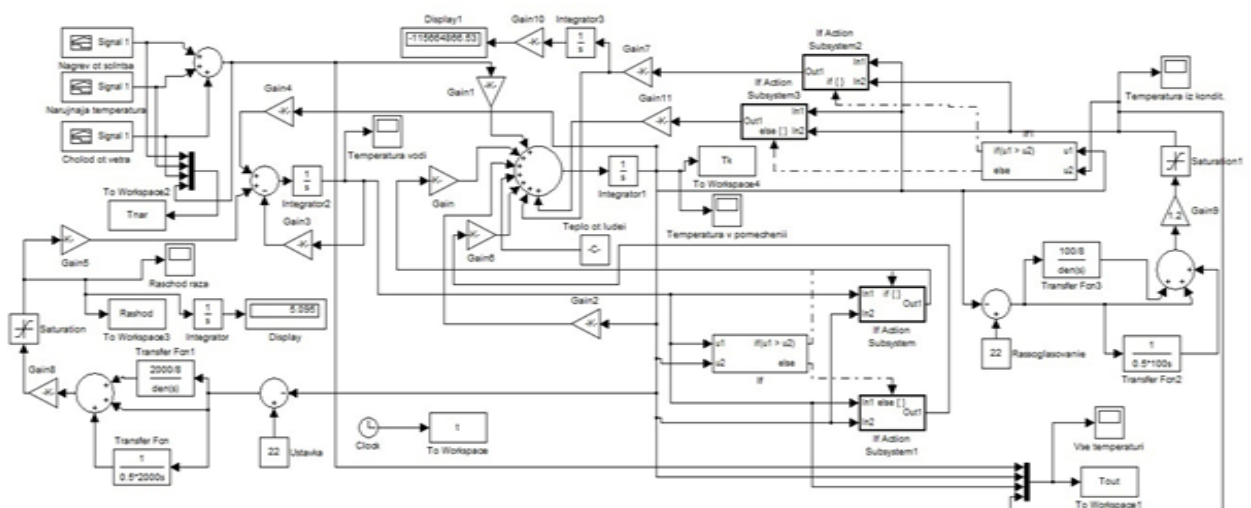


Рисунок 3 – Модель системи з ПІД регуляторами.

Література

1. Бредихин С.А. Технологическое оборудование мясокомбинатов /С.А. Бредихин, О.В. Бредихина, Ю.В. Космодемьянский, Л.Л. Никифоров. – 2 – е изд., исп. – М.: Колос, 2012. – 392 с.
2. Мельник А.І. Дослідження і розробка системи погодозалежного управління опаленням кондиціонуванням спеціалізованого приміщення/ А.І. Мельник // Наукові праці ДонНТУ. Серія: Електротехніка і енергетика. - 2015. - № 1 (17). - С.82-86.
3. Шиляев, М.И. Типовые примеры расчета систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст] : учебное пособие / М.И. Шиляев, Е.М. Хромова, Ю.Н. Дорошенко. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2012. – 288 с. – ISBN 978-5-93057-478-4.
4. Опалення, вентиляція і кондиціонування: для комерційних і виробничих приміщень[Електронний ресурс].– Режим доступу до статті: <https://a-air.com.ua/ua-articles/otoplenie-ventiljacija-i-kondicionirovanie-dlja-kommercheskih-i-proizvodstvennyh-pomeshhenij/>

Анотація

В роботі викладено розробку системи автоматичного керування кліматом цеху по виготовленню м'ясної продукції. В результаті розробки побудовано математичну модель системи керування кліматом цеху по виготовленню м'ясної продукції, яка враховує реальні збурення від технологічного обладнання.

Ключові слова: система автоматичного керування, математична, модель, синтез, клімат, цех.

Аннотация

В работеложена разработка системы автоматического управления климатом цеха по изготовлению м'ясний продукции. В результате разработки построена математическая модель системы управления климатом цеха по изготовлению м'ясний продукции, учитывающая реальное возмущения от технологического оборудования.

Ключевые слова: система автоматического управления, математическая, модель, синтез, климат, цех.

Abstract

The paper describes the development of an automatic climate control system for a meat production plant. As a result of the development, a mathematical model of the climate control system of the meat production plant was built, which takes in to account the real disturbances from the technological equipment.

Keywords: automatic control system, mathematical, model, synthesis, climate, shop.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ВИДОБУВНОГО КОМБАЙНА

Неділько О.М., магістрант, oleksandr.nedilko.kita@donntu.edu.ua;

Поцєпаєв В.В., к.т.н., доцент, valerii.potsepaiev@donntu.edu.ua

Донецький національний технічний університет, м. Покровськ, Україна

В теперішній час енергетична та промислова галузь України перебуває у надзвичайно складному стані через великий дефіцит вугілля, який з надмірними витратами покривається за рахунок імпорту з США та Колумбії. Власні запаси вугілля достатні, але більшість з них зосереджено в тонких пологих пластах, де умови праці є надзвичайно важкими та небезпечними. Це робить необхідним повну автоматизацію технологічних режимів видобувних комбайнів, котрі є поки що безальтернативною технікою вуглевидобутку. Тому робота, спрямована на модернізацію системи автоматичного керування технологічними режимами видобувного комбайна, є актуальним завданням

Метою роботи є дослідження та розробка системи автоматичного керування технологічними режимами видобувного комбайна на основі сучасних уявлень про видобувний комбайн як об'єкт керування. Для досягнення мети в роботі поставлено наступні завдання

Розробити математичну модель системи керування комбайном з коректним урахуванням її замкнутості через руйнований масив.

Виконати синтез САК технологічними параметрами видобувного комбайна.

Виконати дослідження розробленої САК новим комбайном КБТ200 видобувним комбайном з барабанним виконавчим органом та винесеною системою подачі (ВСП).

На підставі аналізу сучасних математичних моделей видобувного комбайна як об'єкта керування була побудована математична модель САК комбайном з ВСП та барабанными виконавчими органами, а також розроблена Simulink моделі САК комбайном з ВСП.

За еквівалентною схемою та з урахуванням спрощень, система основних рівнянь використано математичну модель комбайна з ВСП [2], що наведена нижче.

Динамічність процесів в САК комбайном з ВСП суттєво залежить від жорсткості тягового органу, тобто від довжини робочої гілки тягового ланцюга. В цьому режимі завданням САК є стабілізація навантаження в приводі барабана комбайна при змінній впливі завдання по швидкості подачі, що виробляється регулятором навантаження.

$$\left\{ \begin{array}{l} m\ddot{x} = F_n + F_\partial - F_m - F_\varepsilon - R_b + F_{ck} \operatorname{sign}(\alpha_n); \\ J\ddot{\varphi} = M - M_n; \\ M = M_m \arctg^2(ai) (\sqrt[4]{S}), \quad S \in [0,1]; \\ M_n = (F_n + F_\partial + F_p - F_n) \cdot r_3; \\ U_T = iR + L(i)\dot{i}, \quad L(i) = \frac{L_0}{1 + (ai)^2}, \\ U_T = \frac{U}{2} (1 + \cos(\pi - \frac{u}{u_m} \pi)); \\ T_2 \dot{u} = y - u; \\ y = \begin{cases} ku_{\Pi\Delta}, & 0 < u_{\Pi\Delta} < u_m/k, \\ u_m, & u_{\Pi\Delta} \geq u_m/k, \\ 0, & u_{\Pi\Delta} \leq 0; \end{cases} \\ u_{\Pi\Delta} = \varepsilon + k_\partial \dot{\varepsilon} - T_1 \dot{u}_{\Pi\Delta}; \\ \varepsilon = v - \dot{\varphi}; \end{array} \right.$$

Робота комбайна починалася при максимальній паспортній опірності вугілля різанню 360Н/мм до 20-ї секунди. З 20-ї секунди опірність зменшувалась до значення 250Н/мм і робочий режим при такій опірності тривав до 40-ї секунди, на 40-вій секундi опірність знову східчасто зменшувалась до 200Н/мм. З 60-тої секунди, опірність східчасто зростала до попереднього рівня 250Н/мм, а з 80-тої – знову підвищувалась до 360Н/мм. Результати модельних експериментів роботи САК в автоматичному режимі стабілізації навантажень в приводі барабана комбайна по відпрацюванню зміни опірності різанню виконувались при довжині тягового ланцюга 20м, 100м та 200м. На рис.3 наведено результат дослідження роботи САК комбайном при довжині тягового ланцюга 200м.

В усіх наведених модельних експериментах перевірено роботу САК при жорстких ударних змінах навантаження на барабані комбайна.

При всіх довжинах тягового органу мають місце аперіодичні майже монотонні перехідні процеси по навантаженню приводу виконавчого органу та по кутовій швидкості приводу подачі як при зростанні опірності вугілля різанню, так і при її зменшенні в усьому діапазоні швидкостей подачі.

Тривалість перехідних процесів становить менше 2с, що усуває можливість перекидання двигуна приводу виконавчих органів та екстремальне перевантаження його трансмісії при гальмуванні барабана.



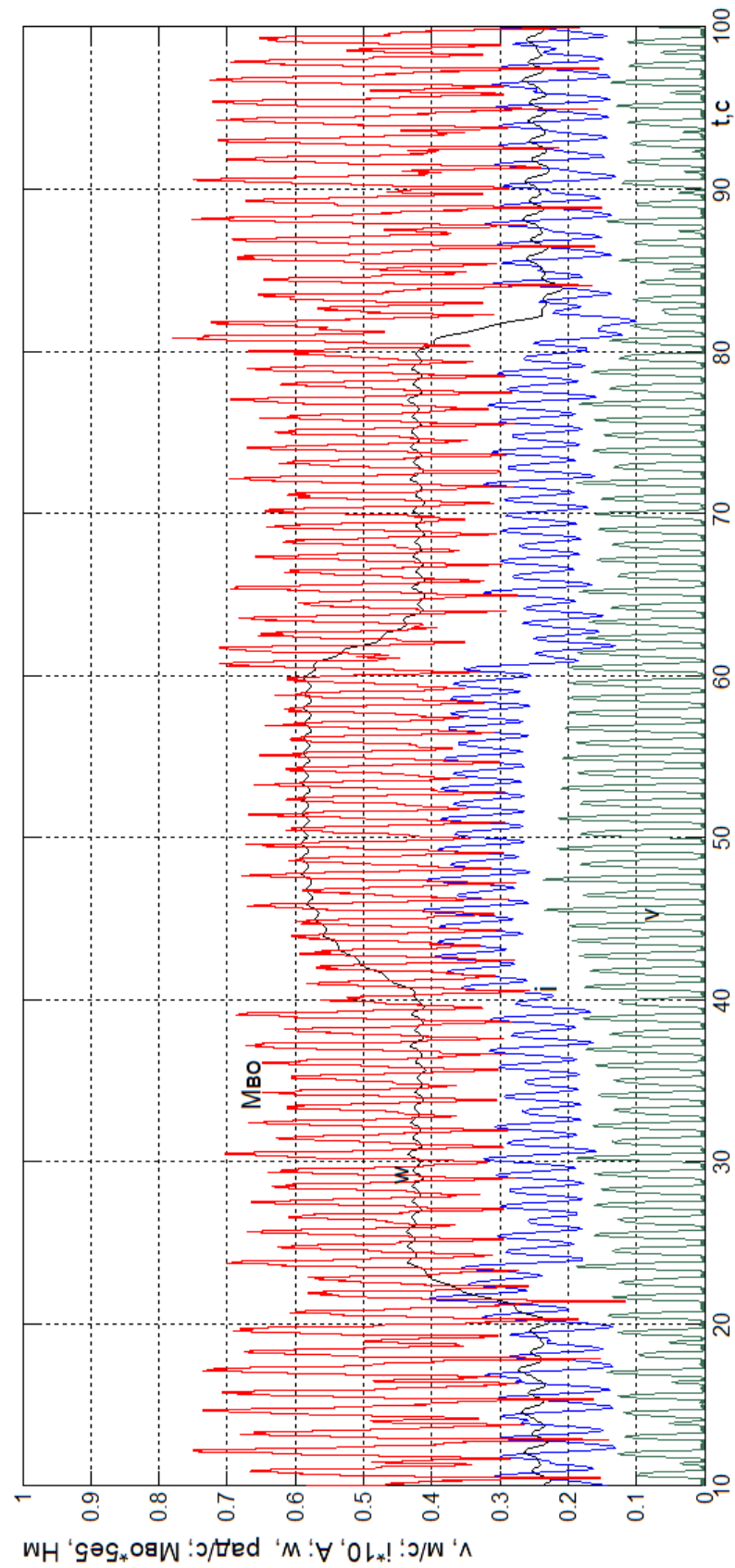


Рисунок – 2 Автоматичний режим роботи комбайна при довжині тягового органу 200м

Висновки

Система регулювання швидкості приводу подачі САК комбайном забезпечує аперіодичні перехідні процеси достатньої швидкості у всьому діапазоні швидкостей подачі, необхідному для стабілізації навантаження на виконавчому органі.

Література

1. Вуглевидобуток в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу до статті: <https://mind.ua/news/20232671-rosiya-zupinyae-postavki-energetichnogo-vugillya-v-ukrayinu-z-1-listopada-gerus>
2. Поцєпєєв В.В. Дослідження регулятора навантаження виконавчих органів видобувних комбайнів з винесеною системою подачі/ В.В. Поцєпєєв // Науковий вісник ДонНТУ. – Покровськ, 2019 № 1-2 2019 с.48-53.

Анотація

В роботі розроблено систему автоматичного керування видобувним комбайном з винесеною системою подачі та барабанными виконавчими органами. Виконано дослідження якості розробленої САК видобувним комбайном.

Ключові слова: система автоматичного керування , видобувний комбайн, винесена система подачі, якість керування.

Аннотация

В работе разработана система автоматического управления очистным комбайном с вынесенной системой подачи и барабанными исполнительными органами. Выполнено исследование качества разработанной САУ комбайном.

Ключевые слова: система автоматического управления, добывающий комбайн, вынесенная система подачи, качество управления.

Abstract

The system of automatic control of the mining combine with the remote system of giving and drum executive bodies is developed in work. A study of the quality of the developed SAC mining combine was performed.

Key words: automatic control system, mining combine, remote feed system, control quality.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРИСТРОЇВ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ В ЕЛЕКТРИЧНІЙ СИСТЕМІ

Макогон В.К., студент, viktoriia.makohon.kitaer@donntu.edu.ua;

Шейна Г.О., к.т.н., доцент, ganna.sheina@donntu.edu.ua

ДонНТУ, м. Покровськ, Україна

Термін об'єднана енергосистема (далі ОЕС) згідно із Законом України «Про ринок електричної енергії» [1] визначається сукупністю електростанцій, електричних мереж, інших об'єктів електроенергетики, що об'єднані спільним режимом виробництва, передачі та розподілу електричної енергії при централізованому управлінні цим режимом.

Централізоване управління режимами ОЕС – це виклик до операторів ОЕС для забезпечення безпечної та надійної їх роботи.

Ця ситуація викликає потребу в технічній реалізації контролю змінних параметрів електричних систем. В даний час з цією метою використовуються високошвидкісні канали зв'язку. Отримані за їх допомогою дані дозволяють операторам ОЕС оцінювати стан енергосистеми в реальному часі і автоматично керувати режимами ОЕС.

Підвищуючи точність визначення струмів, напруг, фаз між ними, підвищується точність виявлення несправностей. Це в свою чергу дозволяє своєчасно приймати рішення щодо збереження стабільності роботи системи.

Зв'язок між інформацією в реальному часі та процесом прийняття рішень показано на рис. 1.

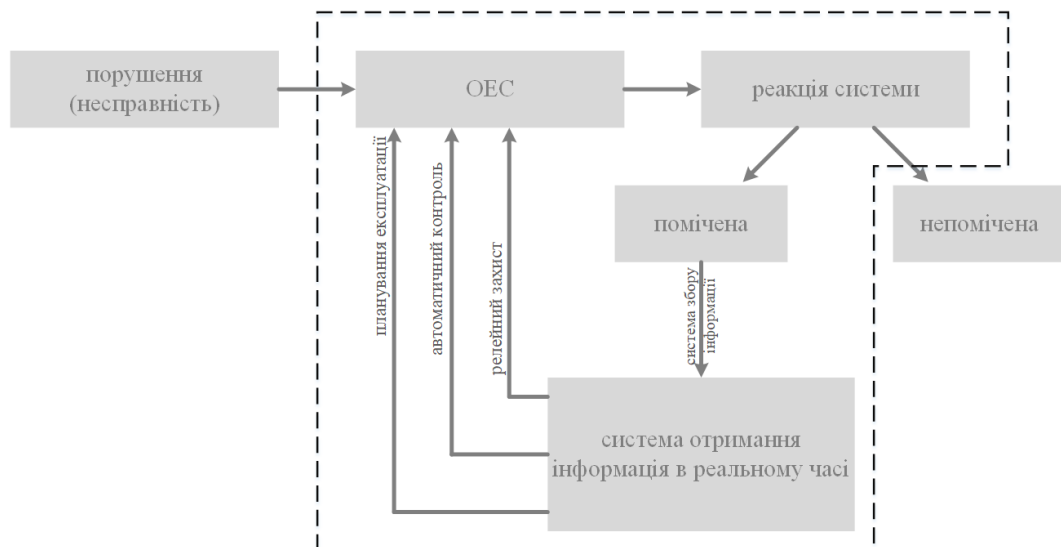


Рисунок 1. Алгоритм керування ОЕС

Дані в режимі реального часу є джерелом цінної інформації для автоматичного керування, а також для підтримки стабільності електричних систем. Ця інформація використовується як відправна точка для визначення дій при відновленні системи після збою.

В Україні оператором системи передачі з функціями оперативно-технологічного управління ОЕС України є компанія Укренерго, що 100% є власністю держави і належить до сфери управління Міністерства енергетики України.

Аналіз та оцінка різних подій [2], що передували відключенню електроенергії, показали, що широкий огляд мережі, а також доступність інформації в реальному часі є критичним фактором для стабільності та надійності електропостачання.

Завдяки високошвидкісним вимірюванням у режимі реального часу можуть бути вжиті відповідні заходи захисту та контролю, щоб забезпечити надійність енергосистеми під час будь-якої події.

Метою даної роботи є імітаційне моделювання пристроїв релейного захисту для промислових енергооб'єктів (рис. 2) та визначення можливості застосування результатів моделювання для перевірки та технічного обслуговування подібних захисних пристроїв.

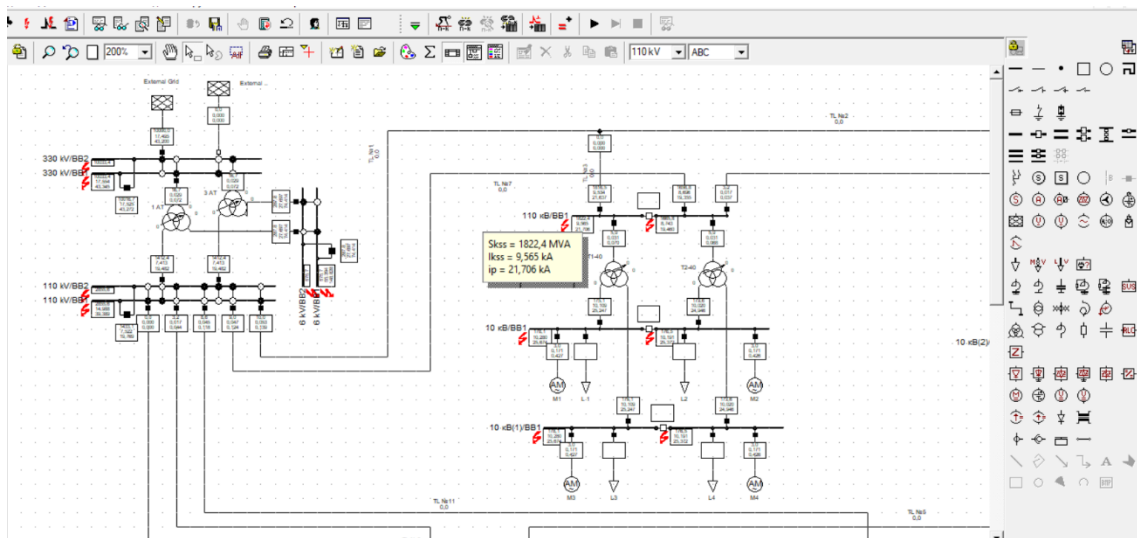


Рисунок 2. Модель ділянки системи

Для вибору пристроїв релейного захисту необхідно визначати максимальні (або мінімальні значення) струмів (або напруги). Для максимальних захистів, які реагують на величини, що збільшуються в умовах пошкодження (наприклад, струм) коефіцієнт чутливості k_{χ} визначається відношенням мінімального значення вхідної величини (струму), що впливає, при металевому КЗ в зоні захисту до установленого параметру спрацювання захисту. Для мінімальних захистів, які реагують на величини, що зменшуються в умовах пошкодження (наприклад, напруга), коефіцієнт чутливості k_{χ} , навпаки, визначається відношенням установленого параметру спрацювання

захисту до максимального значення вхідної величини, що впливає (залишкова напруга).

Система моніторингу, по суті, заснована на технології збору даних вимірювань. Моніторинг стану системи на великих площах має за мету виявлення та подальшу протидію нестабільності мережі. Вимірювання струму, напруги та частоти здійснюються у вибраних місцях електромережі (системи генерації, передачі та розподілу) і зберігаються в концентраторі даних. Виміряні змінні включають як величини, так і фазові кути та синхронізовані за часом через приймачі глобальної системи позиціонування. Це забезпечує миттєву реакцію в контрольованих вузлах. Робота пристроїв релейного захисту та автоматики забезпечує селективність та швидкодію роботи захистів, яка в свою чергу, забезпечує стійкий стан критичних вузлів в ОЕС.

Висновок: комплексна робота пристроїв моніторингу, пристроїв релейного захисту та пристроїв автоматики в критичних вузлах енергосистеми сприяє підвищенню надійності системи, запобігаючи поширенню наслідків пошкоджень, та оптимізує роботу електричних систем.

Література

1. Закон України. Про ринок електричної енергії. Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/2019-19#Text>
2. Укренерго: передача і диспетчеризація. Режим доступу до ресурсу: <https://ua.energy/peredacha-i-dyspetcheryzatsiya/>

Анотація

Представлений алгоритм керування роботою ділянки електричної мережі. Розглянуто особливості застосування пристроїв моніторингу, пристроїв релейного захисту та пристроїв автоматики в критичних вузлах енергосистеми. Показано, що їх спільна робота сприяє отриманню електричної системи, яка відповідає вимогам безпеки, стабільності роботи та керованості.

Ключові слова: керування, пристрої моніторингу, пристрої релейного захисту, пристрої автоматики, стабільність роботи енергосистеми.

Аннотация

Представлен алгоритм управления работой участка электрической сети. Рассмотрены особенности применения устройств мониторинга, устройств релейной защиты и автоматики в критических узлах энергосистемы. Показано, что их совместная работа способствует получению электрической системы, отвечающей требованиям безопасности, стабильности работы и управляемости.

Ключевые слова: управление, устройства мониторинга, устройства релейной защиты, автоматики, стабильность работы энергосистемы.

Abstract

It was presented the algorithm of work control of an electric network. Peculiarities of application of monitoring devices, relay protection devices and automation devices in critical units of the power system are considered. It is shown that their joint work contributes to the electrical system that meets the requirements of safety, stability and controllability.

Key words: control, monitoring devices, relay protection devices, automation devices, power system stability.

СЕКЦІЯ 5

«Енергетика, електротехніка, електромеханіка та
ВДЕ»

CHOICE OF METHOD OF CALCULATION OF CHARACTERISTICS OF ASYNCHRONOUS MOTOR WITH INDUCTION RHEOSTATS

С'янов О.М.¹, д.т.н., професор, Alexandr.sianov@gmail.com;

Косухіна О.С.², к.т.н., доцент, e_kos@ukr.net;

Косухін О.В.¹, аспірант, kosukhin24@gmail.com;

Дерець С.О.¹, аспірант, deres993@ukr.net;

¹*Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське. Україна*

²*Відокремлений структурний підрозділ «Технологічний фаховий коледж*

Дніпровського державного технічного університету,

м. Кам'янське, Україна

To limit the large multiplicities of starting currents asynchronous motor (AM), the method of including a rheostat with a smooth or step contactor switching of the active resistance in the winding circuit of the phase rotor has become widespread. Typically, in such electric drive systems, the rheostats are located outside the motor and are connected to the phase winding by means of contact rings located on the shaft. In the nominal mode of operation of the engine the rheostat is disconnected, and a phase winding of a rotor is short-circuited.

Analytical calculation methods for determining the characteristics and electromagnetic parameters of the induction rheostat (IR), currently used, are based on the use of complex resistance obtained experimentally. The developed methods have the following disadvantages:

- they are not based on solving Maxwell's equations, but on experimentally obtained data;

- they do not take into account changes in current density in the screen of the IR disk structure along the radius;

- change of magnetic induction from the surface to the direction of propagation of the electromagnetic wave is represented in rectangular form.

These shortcomings can be eliminated by numerical solution of the field equation for IR. Physical processes in IR are described by a system of Maxwell's differential equations for anisotropic nonlinear media. Writing down Maxwell's equation with respect to the vector magnetic potential, we obtain

$$\nabla \times (\nu \nabla \times \vec{A}) + \sigma \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} = \vec{J}, \quad (1)$$

where $\vec{A}$ is the vector magnetic potential; ν - magnetic resistance of the material; σ - specific conductivity of the medium; $\vec{J}$ - current density.

To bring the three-dimensional field problem (1) to a simpler one, the following basic assumptions are accepted:

- contact electromotive forces (EMF) arising between the tangent conductors of different chemical composition and Thomson EMF, which occurs when the temperature gradient in the IR changes are not considered;

- conductance currents in dielectrics are not considered;

-significantly little mechanical stress affects the parameters and dimensions of the IR;

-in static and dynamic modes of operation, the IR temperature changes slightly and does not affect the parameters and size of the IR.

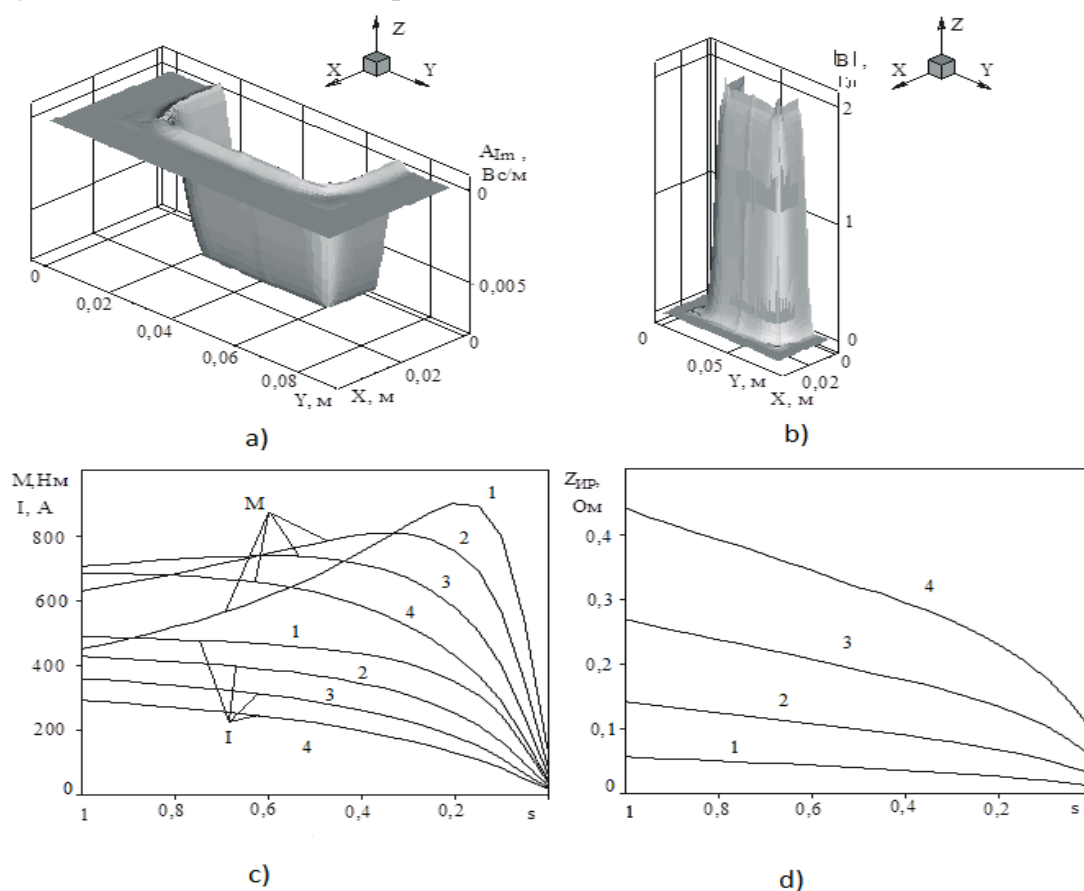


Figure 1. Characteristics of AM with IR

The accepted assumptions allow to reduce the three-dimensional field problem to a plane-parallel one. Equation (1) in this case in cylindrical coordinates will be in the form

$$\frac{\partial}{\partial r} \left(\nu \frac{\partial A}{\partial r} \right) + \frac{1}{r} \nu \frac{\partial A}{\partial r} + \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu \frac{\partial A}{\partial z} \right) + \sigma \frac{\partial A}{\partial t} = J, \quad (2)$$

where z is the coordinate of the area; r is the radius of the circle.

The obtained values of electromagnetic parameters of IR are used to calculate the static characteristics of AM with IR by the equation of the form

$$[\dot{U}] = [\dot{Z}] [i], \quad (3)$$

where $[\dot{U}]$ - voltage matrix; $[\dot{Z}]$ - matrix of electromagnetic parameters of AM with IR; $[i]$ - matrix of currents.

The solution of equations (1) is carried out by the finite element method [1,2,3].

The algorithm for calculating of the static characteristics of AM with IR is as follows:

1. As a result of solving equation (2), the characteristics and electromagnetic parameters of IR are determined.

2. Obtained values of electromagnetic parameters are used to calculate the static characteristics of equation (3). If the value of the stator current for today and the previous step differs by more than 0.01, the calculation starts with the first point. If the current values for the present and the previous step differ by no more than 0.01, the calculation starts with a new slip value from point 1. At $s = 0.001$, the calculation of static characteristics ends.

Fig.1 shows the results of calculating the IR of a disk structure. The change in the amplitudes A_{Im} relative to the cross section is shown in Fig.1,a and $|B|$ in Fig.1,b. The calculations were performed for an IR with a screen thickness of 14 mm, an inner diameter of 200 mm, and an outer diameter of 346 mm at $s = 1$. The characteristics AM of an SMR250M4 type with an IR with a different number of coils turns (10 (1), 25 (2), 40 (3), 55 (4)) are shown in Fig.1c,d. The created program makes it possible to perform optimization calculations of the IR design considering the electromagnetic parameters of the engine.

Literature

1. Segerldin L. Application of the finite element method. - M.: Mir, 1979. –392 p.
2. Syanov A.M. Calculation of electromagnetic parameters of induction resistances by the finite element method // Tekhn. electrodynamics. - 1995. - No. 4. - S. 21-25.
3. Kachura OV, Kolychev S.V. Induction rheostats with reversal of mechanical dimensions for asynchronous motors with a phase rotor / Dniprodzerzhinsk: DDTU, 2011. - 209 p.

Анотація

Розглянуті основні конструкції індукційних реостатів. Показано використання чисельного методу кінцевих елементів для розрахунку характеристик асинхронного двигуна з індукційними реостатами.

Ключові слова: індукційний реостат, електромагнітні параметри, тривимірна модель.

Аннотация

Рассмотрены основные конструкции индукционных реостатов. Показано использование численного метода конечных элементов для расчета характеристик асинхронного двигателя с индукционными реостатами.

Ключевые слова: индукционный реостат, электромагнитные параметры, трехмерная модель.

Abstract

The main designs of induction rheostats are considered. The use of the numerical finite element method for calculating the characteristics of an induction motor with induction rheostats is shown.

Keywords: induction rheostat, electromagnetic parameters, three-dimensional model.

РОЗРОБКА СТЕНДУ «ФОТОЕЛЕКТРИЧНА СТАНЦІЯ» ТА ВИКОНАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Остренко Д.О., аспірант, dmytro.ostrenko@gmail.com

Колларов О.Ю., к.т.н, доцент, kollarov@gmail.com

*Донецький національний технічний університет,
м. Покровськ, Україна.*

Актуальність теми. Сьогодні головним напрямком розвитку енергетики України є широке застосування енергоустановок на основі відновлюваних джерел енергії. Сонячна енергія є одним з перспективних видів відновлюваної енергії.

Наукові розробки набувають важливого значення в електроенергетиці, тому у зв'язку з цим вони спрямовані для корисного використання і для залучення цього потенціалу різними споживачами [1,2].

На сьогоднішній день, головною метою енергетики є знаходження та широке розповсюдження ефективних способів використання відновлюваних джерел енергії. Одним з найперспективніших видів таких джерел є енергія сонця та фотоелектричні панелі, які цю енергію перетворюють [1].

Саме тому на кафедрі «Електричної інженерії» було вирішено розробити стенд під назвою «Фотоелектрична станція». Основним **завданням**, яке було поставлено під час створення стенду є дослідження роботи реальної сонячної електростанції та розроблення математичної моделі для виконання прогнозування аварійних режимів в електромережі, тобто втрата передачі потужності або к.з., шляхом застосування нейронних мереж.

Фотоелектрична станція досліджуваної установки складається, окрім власне сонячних панелей з наступних додаткових комплектуючих:

- Акумулятор, який накопичує перетворену фотоелементами електричну енергію. Акумуляторна батарея необхідна для забезпечення постійного електропостачання об'єкта навіть у похмуру погоду та у нічний період;
- контролер заряду, що розподіляє потоки електроенергії та підтримує стабільну напругу на виході фотоелектричної станції (або на вході до інвертора);
- інвертор, який перетворює постійний струм, вироблений установкою, в змінний та підвищує значення напруги, для її зручного передавання в електромережі, тобто додатково виконує функцію трансформатора;
- стабілізатор напруги, який підтримує оптимальні показники напруги в системі.

Для того аби сонячні панелі працювали стабільно та на номінальних значеннях, компоненти системи повинні бути підібрані вірно та відповідати характеристикам один одного [3].

Перед тим початком побудову стенду було проведено моделювання та розрахунок усіх його комплектуючих.

Так, за допомогою використання програмного пакету Solidworks був зроблений висновок, що необхідно встановити фотоелектричні панелі на жорсткому каркасі який буде давати змогу змінювати її нахил відповідно до джерела світла (рисунок 1, А).

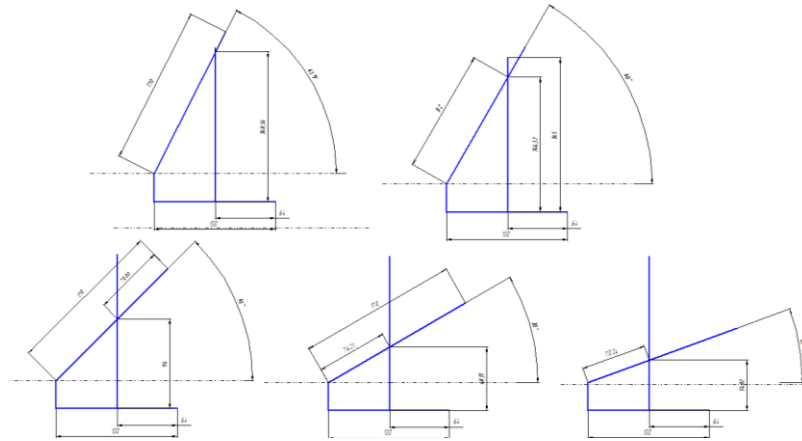


Рисунок 1.А - Креслення розрахунку кутів нахилу СП для стійок;

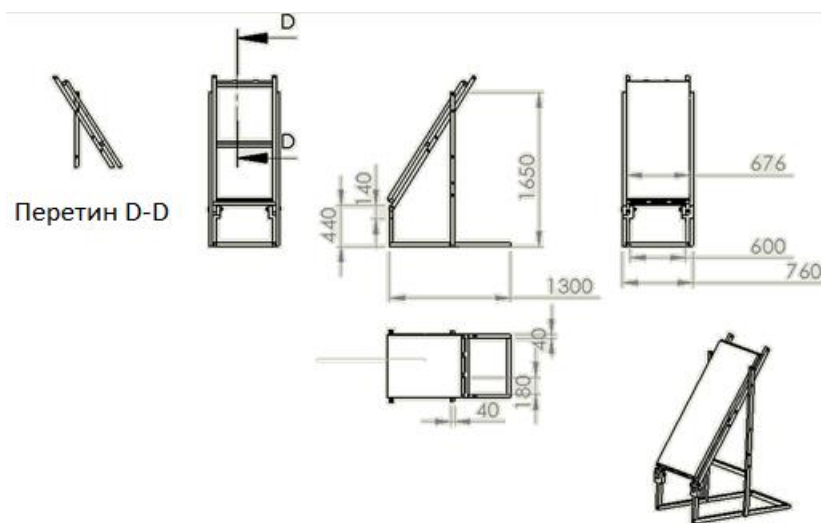


Рисунок 1.Б – Креслення з звиченням габаритних параметрів

Також було розроблено креслення для того, щоб мати змогу точно побудувати стенд з урахуванням зміни кутів нахилу (рисунок 1, Б).

Проектування в програмному пакеті SolidWorks дало змогу виконати моделювання навантаження, що припадає на установку. Результати моделювання свідчать про те, що конструкція надійна, та з легкістю дозволяє витримати фотоелектричну панель при будь-якому куті нахилу.

Для дослідження стану параметрів в фотоелектричній станції запропоновано на-

ступні компоненти та схему підключення їх до плати STM32 (рисунок 3). Завдяки такому рішенню планується перетворювати сигнал від датчиків в зручний для нейронної мережі та оператору формат, які стануть вхідними для математичної моделі. Саме плата STM32 буде видавати інформацію і про значення напруги та струмів, виконуючи функцію мультиметру.

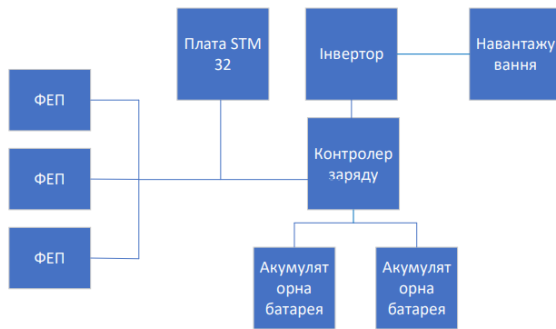


Рисунок 2 – Структурна схеми установки

Для дослідження стану параметрів в фотоелектричній станції запропоновано наступні компоненти та схему підключення їх до плати STM32 (рисунок 3). Завдяки такому рішенню планується перетворювати сигнал від датчиків в зручний для нейронної мережі та оператора формат, які стануть входними для математичної моделі. Саме плата STM32 буде видавати інформацію і про значення напруги

та струмів, виконуючи функцію мультиметру.

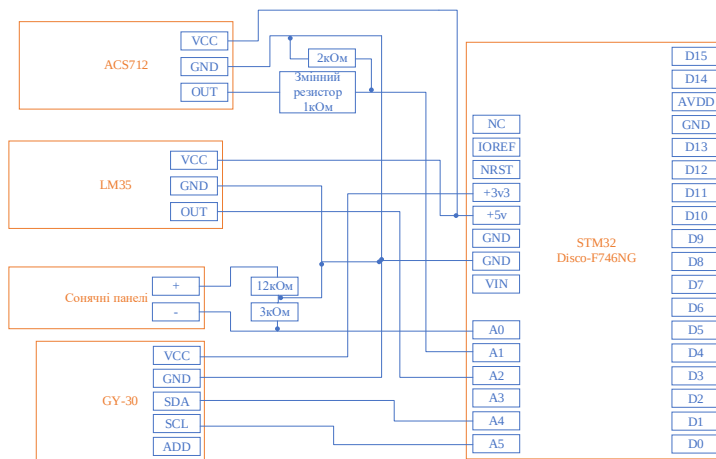


Рисунок 3 – Схема підключення усіх датчиків до налагоджувальної плати STM32F746G-Discovery

Власне повний стенд «Фотоелектрична станція», який збирався в лабораторії ДонНТУ представлений на рисунку 4, тут представлені: стенд керування на якому знаходяться автоматичні вимикачі, контролер заряду сонячних панелей, плата STM32; інвертор, прожектори, які виступають споживачами електричної енергії, але при підключенні їх в загальну електричну мережу(така можливість передбачена), прожектори стають джерелами генерації, тобто замінюють собою природні джерела(сонце); сонячні панелі

виконуючи функцію мультиметру.



Рисунок 4 – Фотографія розробленої установки

Висновки. В даній роботі виконаний опис побудованої установки, а саме фотоелектричного стенду. Представлені технічні рішення в конструкції каркасу для сонячних панелей. Також наведені структурні схеми, що дозволяють отримувати інформацію від сонячних панелей та перетворювати їх у зручний для оператора вигляд. А надалі цю інформацію можна використовувати і для тренування та роботи нейронних мереж, що і плануються виконати в наступних роботах.

Література

1. С. В. Нараєвський, "Порівняльний аналіз ефективності роботи сонячної енергетики у провідних країнах світу", Екон. вісник Нац. техн. університету України "КПІ", Вип. 12, с. 145-150, 2015.
2. С. О. Кудря, "Стан та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні (за матеріалами наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 7 жовтня 2015 р.)", Вісник НАН України, № 12, - с. 19-26, 2015.
3. І. З. Щур, В. І. Климко, "Прогнозування ефективності роботи фотоелектричних панелей у місті Львові", Вісник Нац. університету "Львів. політехніка", № 785, с. 88-94, 2014.

Анотація

В даній роботі наведені технологічні дослідження в області фотоенергетики. Розглянуто питання конструктивного виконання фотоелектричної станції та подальшої її експлуатації. Прогнозування процесів в досліджуваній енергосистемі відбувається з метою покращення якості передачі потужності, яка вироблена самими фотоелектричними панелями.

Ключові слова: сонячна енергетика, штучні нейронні мережі, сонячні елементи, фотоелектричні панелі.

Аннотация

В данной работе приведены технологические исследования в области солнечной электрики. Рассмотрены вопросы конструктивного выполнения фотоэлектрической станции и последующей ее эксплуатации. Прогнозирование процессов в исследуемой энергосистеме происходит с целью улучшения качества передачи мощности, произведенной самими фотоэлектрическими панелями.

Ключевые слова: солнечная энергетика, искусственные нейронные сети, солнечные элементы, фотоэлектрические панели.

Abstract

This paper presents technological research in the field of solar electricity. The issues of constructive execution of the photovoltaic station and its subsequent operation are considered. Forecasting of processes in the studied power system is done in order to improve the quality of power transmission produced by the photovoltaic panels themselves.

Keywords: solar energy, artificial neural networks, solar cells, photovoltaic panels.

ОТРИМАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Любименко. О.М., к.ф.-м.н., доцент

olena.lyubymenko@donntu.edu.ua

Сікіркін Д.Р., студент, danielsikirin@gmail.com

Штепа О.А., к.т.н, доцент, olexandr.shtepa@donntu.edu.ua

*Донецький національний технічний університет,
м. Покровськ, Україна*

Для людства дуже важливо шукати нові поновлювані ресурси. Первинною причиною використання альтернативних джерел енергії є зменшення викиду парникових газів і отруйних речовин, що утворюються при згорянні нафти, газу і нафтопродуктів. Зі збільшенням тарифів на електроенергію альтернативні джерела енергії стають все більш привабливими. Вартість вугілля, нафти і газу, на яких працюють теплові станції, зростає, а природні ресурси цих видів палива скорочуються. Природа пропонує нам численні можливості для екологічно чистого та економічно ефективного виробництва теплової енергії.

Отже, я пропонується альтернативний засіб для вироблення електроенергії який зможе задовольнити потреби в економії електроенергії під час зарядки гаджетів та інших пристроїв.

Для дослідження використовувався модуль Пельтьє моделі ТЕС 1–12706 з розмірами 40x40x3,75мм. Елемент має форму плоскої квадратної пластини з керамічними поверхнями і внутрішньою структурою, яка виконана з напівпровідникових і конструктивних керамічних елементів, які мають два електричних контакти. Елемент Пельтьє працює в інтервалі від 0 В до 15,2 В та постійній силі струму 0 ~ 6А (цей параметр вказано в назві моделі елемента – дві останні цифри коду і є максимальна сила струму, а цифри перед цим значенням – позначають кількість р-п переходів, що містяться всередині – 127 для нашої моделі). Робочі температури елемента Пельтьє від – 30°C до 70°C. Потужність елемента 60 – 72 Вт [1].

Для дослідження використовувався модуль SP–1848, який працює на ефекті Пельтьє та Зеебека, з розмірами 40x40x4мм. Елемент Пельтьє працює в інтервалі від 0 В до 4,8 В та постійній силі струму 699 мА. Робочі температури цього елемента Пельтьє до 150°C. Потужність елемента 3,4 Вт. Для збільшення вихідної напруги від термоелектричного генератора SP-1848 його можна підключити до перетворюючого пристрою, який підвищує напругу до 5В [2].

В ході експерименту з пасивним охолодженням були проведені вимірювання температури холодної і гарячої поверхонь, сили струму, яка виникає та напруги в елементі. Отримано вольт – амперну характеристику для елемента Пельтьє ТЕС 1 – 12706 без відводу тепла від гарячої сторони.

Пасивне охолодження здійснювалося алюмінієвим квадратним радіатором з розмірами 85x85x40 мм. Елемент Пельтьє розташовувався посередині між радіаторами. Радіатори притискалися до елементів Пельтьє під дією власної ваги.

У результаті аналізу результатів дослідження легко побачити, що напруга на виході нашого електро-термо-генератора зростає із зростанням різниці температур між поверхнею труби системи опалення і алюмінієвим радіатором повітряного охолодження, між якими знаходяться елементи Пельтьє. Проте ефективність такої генерації виявляється значно нижчою за ефективність, яку вказано в довідниках розробників відповідної моделі елемента Пельтьє. Причиною цього є, вочевидь, негативний вплив застосованих конструктивних елементів створеної моделі, які зменшують ефективність теплообміну між джерелом різниці температур і елементом Пельтьє.

Окрему цікавість викликає результат дослідження ефективності використання активного повітряного охолодження, з живленням від виходу нашого генератора. Як бачимо, напруга на елементах Пельтьє в умовах існування струму на виході генератора помітно нижче за таку у випадку дослідження холостого ходу. Але лише до моменту, поки підвищуючий перетворювач не зможе забезпечити напругу 5 В для живлення вентилятора активного охолодження радіатора. Після цього вмикається вентилятор активного охолодження і ефективність генерації стає вищою за таку під час дослідження холостого ходу. Це означає, що використання активного охолодження радіатора має сенс в подібних пристроях.

Література

1. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://pyramida-stroi.ru/raznoe/alternativni-dzherela-ene...ya-richok-4-ene.html?>
2. [Електронний ресурс] // Режим доступу: Технічні параметри: <http://mypractic.ru/element-pelte-tec1-12706-xarakteristiki-primenenie-usloviya-ekspluatacii.html> - Элемент Пельтье TEC1-12706. Характеристики, применение, условия эксплуатации

Анотація

Термоелектрика у сучасному світі охоплює термоелектричні явища Зеебека, Пельтьє і Томсона. В роботі створено електротермогенератор на основі елементів Пельтьє для підзарядки електронних мобільних пристроїв (гаджетів) з використанням в якості джерела енергії доступної в повсякденному житті різниці температур оточуючого середовища. Підтверджено та обґрунтовано можливість створення термогенератора з використанням в якості джерела енергії доступну в повсякденному житті різницю температур, зокрема отримано характеристики сучасного елемента Пельтьє; розроблено пристрій, який дозволяє в побутових умовах при використанні батареї з опаленням отримувати електроенергію, яку можна використовувати для підключення ліхтарика, пристрою зволожувача повітря, заряджати фітнес браслет.

Ключові слова: ефект Зеебека, елемент Пельтьє, температура, тепло, струм, термоелектроенергія.

Аннотация

Термоэлектричество в современном мире охватывает термоэлектрические явления Зеебека, Пельтье и Томсона. В работе создан электротермогенератор на основе элементов Пельтье для подзарядки электронных мобильных устройств (гаджетов) с использованием источника энергии доступной в повседневной жизни разницы температур окружающей среды. Подтверждена и обоснована возможность создания термогенератора с использованием в качестве источника энергии доступной в повседневной жизни разности температур, в частности, получены характеристики современного элемента Пельтье; разработано устройство, позволяющее в бытовых условиях при использовании батареи с отоплением получать электроэнергию, которую можно использовать для подключения фонарика, устройства увлажнителя воздуха, заряжать браслет фитнес.

Ключевые слова: эффект Зеебека, элемент Пельтье, температура, тепло, ток, термоэлектродвижущая сила.

Abstract

"Thermoelectricity" in the modern world covers the thermoelectric phenomena of Seebeck, Peltier and Thomson. The paper creates an electric thermal generator based on Peltier elements for charging electronic mobile devices (gadgets) using as a source of energy available in everyday life, the difference in ambient temperatures. The possibility of creating a thermal generator using as an energy source available in everyday life temperature difference was confirmed and substantiated, in particular, the characteristics of the modern Peltier element were obtained; developed a device that allows in domestic conditions when using a battery with heating to obtain electricity that can be used to connect a flashlight, humidifier, charging a fitness bracelet.

Key words: Seebeck effect, Peltier element, temperature, heat, current, thermoelectric force.

ВИКОРИСТАННЯ ГРАФЕНУ ЯК МАТЕРІАЛ ДЛЯ АКУМУЛЯТОРІВ

Костюшин Д.Ш., студент, kostusin72@gmail.com
ЛПТФК, м. Лисичанськ, Україна

У 2004 році російські вчені Костянтин Новосьолов і Андрій Гейм (Рис.1), що працюють в Манчестерському університеті (Манчестер, Великобританія) змогли отримати графен на підкладці оксиду кремнію. Новосьолов і Гейм отримали за ці передові роботи в 2010 році Нобелівську премію.



Рисунок 1. Першовідкривачі графена

Графен (англ. graphene) - двовимірний аллотропний модифікація вуглецю, утворена шаром атомів вуглецю товщиною в один атом. Атоми вуглецю знаходяться в sp^2 -гібридації і з'єднані за допомогою σ - і π -зв'язків в гексагональну двовимірну кристалічну решітку. Його можна представити як одну площину шаруватого графіту, відокремлену від об'ємного кристала. За оцінками, графен володіє великою механічною жорсткістю і рекордно великою теплопровідністю. Висока рухливість носіїв заряду, яка виявляється максимальною серед усіх відомих матеріалів (при тій же товщині), робить його перспективним матеріалом для використання в самих різних додатках, зокрема, як майбутню основу наноелектроніки і можливу заміну кремнію в інтегральних мікросхемах.

Графен надзвичайно легкий, лист площею 1 квадратний метр важить 0,77 грама, він прозорий, гнучкий, водонепроникний, в 200 разів міцніше сталі, і при всьому при цьому не становить загрози забруднення для навколишнього середовища. Після пошкоджень матеріал легко відновлюється. Надвисока електропровідність графену дозволяє отримати швидкість в чіпах в 100 разів більшу, ніж у сучасних кремнієвих чіпів.

Графен є двовимірним кристалом, що складається з одиночного шару атомів вуглецю (Рис.2), зібраних в гексагональну решітку. Його теоретичне дослідження почалося задовго до отримання реальних зразків матеріалу, оскільки з графену можна зібрати тривимірний кристал графіту.

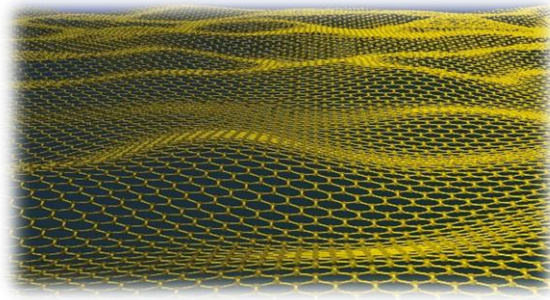


Рисунок 2. Графенова решітка

Інженери з Іспанії розробили на основі графену акумуляторну батарею нового покоління. Вона вийшла на 77% дешевше літєвих аналогів, в два рази легше за вагою, а завдяки унікальним електропровідним властивостям графену, може бути повністю заряджена всього за 8 хвилин, і цього заряду вистачить на 1000 кілометрів пробігу електромобілю. (Рис. 3)



Рисунок 3. Зарядка графенового акумулятора

Проблема створення нових акумуляторних батарей ще й в тому, що зараз дослідженнями в області елементів живлення займається занадто багато компаній. Проектів просто величезна кількість-від «пінних» і рідких батарей до акумуляторів з екзотичними сполуками в складі електроліту. І явного лідера серед усіх цих компаній немає. Особливого ентузіазму така ситуація не викликає і серед інвесторів, які не надто охоче виділяють гроші на нові проекти. А грошей потрібно багато. «Для того, щоб створити невелику промислову лінію з виробництва акумуляторів, створюваних за новими технологіями, потрібно близько \$500 млн.і навіть, якби перспективний акумулятор був створений, перевести наукову роботу в сфері комерції не так просто. Розробники мобільних пристроїв або виробники електромобілів будуть тестувати нові батареї роками, перш, ніж прийняти рішення. Інвестиції за цей час не окупляться, а компанія-розробник буде збитковою. Вчені стверджують, що налагодити промислову лінію вартістю в \$500 млн. складно, особливо, якщо бюджет на рік становить \$5 млн.

Акумулятори на основі графена швидко стають порівнянними по ефективності з традиційними твердотільними акумуляторами. Вони постійно просуваються, і незабаром вони перевершать своїх твердотільних попередників. Додаткові переваги, пов'язані з присутністю графена в електродах, можуть бути корисні, навіть якщо ефективність не така висока. Для батарей, які мають аналогічну ефективність, графенові батареї є ідеальним вибором, вони почали набирати обертів на комерційному ринку. Очікується, що світовий ринок графенових акумуляторів до 2022 року досягне 115 мільйонів доларів, збільшившись в середньому на 38,4% протягом прогнозованого періоду з ринком з доходом близько 38% ».

Література

1. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5edfa78d9a79473224e8cfed>
2. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B5%D0%BD>

Анотація

У статті було розглянуто перспективи використання графену у промисловості. Наведено їх приклади та короткий опис.

Ключові слова: акумулятор, кристалічні решітки, перспектива.

Аннотация

В статье были рассмотрены перспективы использования графена в промышленности. Приведены их примеры и краткое описание.

Ключевые слова: аккумулятор, кристаллическая решетка, перспектива.

Abstract

The article considered the prospects for the use of graphene in industry. Examples and brief descriptions are given.

Key words: battery, crystal lattice, perspective.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. «Телекомунікації та інформаційна безпека»	3
ГЕНЕРАЦІЯ СТЕГОКОНТЕЙНЕРІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ КАНАЛІВ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ	
Шевченко Н. Ю., Парамонова К. О.	4
ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ VPN НА БАЗІ MPLS-ТЕХНОЛОГІЙ	
Чистик І.М., Воропаєва А.О.	7
АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ В УМОВАХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВОКЗАЛІВ	
Трусь М.Ю., Жуковська Д.О.	11
ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ В ЕРУ ВЕЛИКИХ ДАНИХ	
Піщикова К.А., Крашеніннікова О.В.	16
АНАЛІЗ ТРАНСПОРТНИХ ПРОГРАМНО-КОНФІГУРОВАНИХ МЕРЕЖ ТА ШЛЯХИ ПЕРЕХОДУ НА АДАПТИВНІ МЕРЕЖІ З ВИКОРИСТАННЯМ SDN	
Чуйков А. М.	19
ОГЛЯД RTLS-СИСТЕМ ДЛЯ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ТА ПОШУКУ ПІДЗЕМНИХ ПРАЦІВНИКІВ	
Прокушев А. М., Ступак Г. В.	24
ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОДІЇ ЧИСЕЛЬНО-АНАЛІТИЧНИХ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ НВЧ	
Гнатюк М. О., Кононенко А. М., Гаркавенко І. С.	27
СУЧАСНІ ЗАСОБИ МОНІТОРИНГУ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ГІРНИКІВ ПІД ЧАС АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ	
Лабузова А.М., Воропаєва В.Я.	30
ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ П'ЯТОГО ПОКОЛІННЯ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ У ПРОМИСЛОВОМУ ПОРТУ	
Качан Д. В.	35
ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМ РОЗУМНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ З ВИКОРИСТАННЯМ ВУЗЬКОСМУГОВИХ СИСТЕМ	
Жабко О.С.	38
МЕТОДИ ВИКОРИСТАННЯ МЕХАНІЗМІВ ПОШУКУ ЗВОРОТНЬОГО ШЛЯХУ ДЛЯ ЗАХИСТУ МЕРЕЖІ ВІД АТАКИ СПУФІНГА	
Садовніченко М.В.	41

СЕКЦІЯ 2. «Електроніка, радіоелектронні пристрої»	44
ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА БЕЗДРОТОВОГО МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ В СЕРВЕРНОМУ ПРИМІЩЕННІ	
Фіногенов В. І., Лактіонов І. С., Вовна О. В.	45
РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ВІБРАЦІЙ НА ОСНОВІ РАДІОМОНІТОРИНГУ	
Щербинін В.О., Лактіонов І.С., Вовна О.В.	48
ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА БЕЗДРОТОВОГО КОНТРОЛЮ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОВЕНЕЙ	
Семеністий К.О., Лактіонов І.С., Вовна О.В.	51
БЕЗДРОТОВА МЕТЕОСТАНЦІЯ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА	
Робак А.І., Демура Ю.Ю., Гулеша О.М.	55
СТАТИЧНІ ТИРИСТОРНІ КОМПЕНСАТОРИ	
Стадніченко А.С., Шеїна Г.О.	58
КОНЦЕПЦІЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ КОНЦЕНТРАЦІЇ ТВЕРДИХ ДОМШОК В АТМОСФЕРІ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЙ ІоТ	
Штепа О. А., Постнов А. О., Любименко О. М.	61
СЕКЦІЯ 3 «Інформаційні технології»	64
АНАЛІЗ ГОЛОСОВИХ ПОВІДОМЛЕНЬ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ НАСТРОЮ КОРИСТУВАЧА МОБІЛЬНОГО ТЕЛЕФОНУ	
Кравець К. І., Шевченко Н. Ю.	65
НЕЙРОМЕРЕЖЕВА МОДЕЛЬ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ ВЕРТОЛЬОТІВ У ПОЛЬОТНИХ РЕЖИМАХ	
Владов С.І., Янкевич Н.С., Ходін Д.С.	70
НЕЙРОМЕРЕЖЕВА СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ АВІАЦІЙНИМИ ДВИГУНАМИ ВЕРТОЛЬОТІВ У ПОЛЬОТНИХ РЕЖИМАХ	
Владов С.І., Плужник З.І., Матусєв А.О.	73
ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СЦЕНАРІЮ ТА ЛОГІКИ ІГРОВОГО АНТАГОНІСТИЧНОГО 2D-ДОДАТКУ В ЖАНРІ «АРЕНА»	
Дмитрієва О.А., Кролевець В.І.	77
МОДЕЛЮВАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЯКОСТІ ЗАСВОЄННЯ ПОПЕРЕДНЬОГО МАТЕРІАЛУ НА ПРОГНОЗУВАННЯ ОЦІНОК СТУДЕНТІВ З ОКРЕМОЇ ДИСЦИПЛІНИ	
Мельников О.Ю., Бобрик А.В.	81

ЗАСТОСУВАННЯ ІМЕРСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЗЗСО	
Ступак Г.В., Литвин Д.В., Осіпов Дмитро.....	84
ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ВІЙСЬКА У СЕРЕДНЬОВІЧЧЯ	
Мельников О.Ю., Капелешук А.О.....	88
THE METHOD OF STRENGTHENING OF STREAM CIPHERS FOR USING THE SAME KEY MULTIPLE TIMES	
Trunov D.....	91
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ПРОГНОЗУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ РЕМОНТНИХ РОБІТ У ВИПАДКУ ПОШКОДЖЕННЯ ВОДОПРОВОДУ В НЕВЕЛИКОМУ МІСТІ	
Мельников О.Ю., Закабула О.Ю.	95
ПІДСИСТЕМА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛУ РОБІТ	
Ампольський В.С., Маслова Н.О.	98
MODELING NEURAL NETWORK FOR STOCK PRICE FORECASTING	
Myroshnychenko I.....	101
МОДИФІКАЦІЯ АРХІТЕКТУРИ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ OPENFACE ДЛЯ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧ	
Мякшин О. Д., Ануфрієв П. О.....	104
ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ФРЕЙМВОРКУ DJANGO ДЛЯ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЬ	
Хома Д.Ю.,Ануфрієв П.О.....	109
РОЗВИТОК ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ	
Шпаченко А. А.....	112
СУЧАСНА ІТ-ІНФРОСТРУКТУРА МІЖНАРОДНИХ КОМПАНІЙ	
Аносов Ю.А.	115
WHITEBOARD.FI IS A THREE-IN-ONE DIGITAL TOOL FOR TEACHERS	
Половін С. М.....	119
СЕКЦІЯ 4 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології».....	
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МАНІПУЛЯТОРІВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ	

Придятько Д.Р., Яшков І. О.	124
ВИБІР КОНФІГУРАЦІЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ З ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОЮ СТРУКТУРОЮ ДЛЯ БІНАРНОЇ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ	
Овчар Н.Ю., Стопакевич А.О.	127
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВІДОМИХ ЗАДАЧ СИНТЕЗУ ОПТИМАЛЬНИХ РЕГУЛЯТОРІВ ДЛЯ ОБМЕЖЕНОГО ТА НЕОБМЕЖЕНОГО ІНТЕРВАЛУ ЧАСУ	
Калашніков М.А., Стопакевич А.О.	131
РОЗВ'ЯЗОК ЗАДАЧІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТЕПЛОВОЇ УСТАНОВКИ МЕТОДОМ АКТИВНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ	
Швейдер В.С., Стопакевич А.О.	134
СПОСОБИ УПРАВЛІННЯ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ	
Ступак М.В., Ступак Г.В.	138
ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ КОТЛОМ ТЕПЛОЦЕНТРАЛІ	
Білянський С. О.	141
МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ НАГРІВАННЯМ ДУТТЯ В ПОВІТРОНАГРІВАЧАХ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ	
Щербаков С. В., Тюрнев К. В.	145
РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВТОРИННИМ ОХОЛОДЖЕННЯМ МБЛЗ	
Черевко О.О., Щербаков С.В.	148
РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ КЛІМАТОМ ЦЕХУ ПО ВИГОТОВЛЕННЮ М'ЯСНОЇ ПРОДУКЦІЇ	
Романов Р.В., Поцєпаєв В.В.	151
ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ВИДОБУВНОГО КОМБАЙНА	
Неділько О.М., Поцєпаєв В.В.	156
МОДЕЛЮВАННЯ ПРИСТРОЇВ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ В ЕЛЕКТРИЧНІЙ СИСТЕМІ	
Макогон В.К., Шеїна Г.О.	161
СЕКЦІЯ 5 «Енергетика, електротехніка, електромеханіка та ВДЕ» CHOICE OF METHOD OF CALCULATION OF CHARACTERISTICS OF ASYNCHRONOUS MOTOR WITH INDUCTION RHEOSTATS	

С'янов О.М., Косухіна О.С., Косухін О.В.,Дерець С.О.	165
РОЗРОБКА СТЕНДУ «ФОТОЕЛЕКТРИЧНА СТАНЦІЯ» ТА	
ВИКОНАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	
Остренко Д.О., Колларов О.Ю.....	168
ОТРИМАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	
Любименко. О.М., Сікіррін Д.Р.	172
Штепа О.А., к.т.н, доцент, olexandr.shtepa@donntu.edu.ua	172
ВИКОРИСТАННЯ ГРАФЕНУ ЯК МАТЕРІАЛ ДЛЯ АКУМУЛЯТОРІВ	
Костюшин Д.Ш.....	175

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**«ТАК»:
Телекомунікації, автоматизація,
комп'ютерно-інтегровані та інформаційні технології**

Збірка доповідей Всеукраїнської науково-практичної
конференції молодих учених
(Покровськ, 1-2 грудня 2021 р.)

Редагування, коректура та комп'ютерна верстка *Марина Ступак*

Формат 60x84/16.
Ум. друк. арк. 15,4
Тираж 300 прим.



Видавець та виготовлювач: Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет», пл. Шибанкова, 2, м. Покровськ, 85300, Україна

Свідоцтво про державну реєстрацію суб'єкта видавничої справи: серія ДК №4911 від 09.06.2015