

Автоматизація
Технологічних і
Бізнес
Процесів

Volume 13, Issue 3 /2021

ISSN 2312-3125 (print), ISSN 2312-931X (online)

УДК 681.5+66-933.6+338.364

Головний редактор:

Артеменко С.В., д.т.н., проф. (Одеса)

Почесний науковий консультант:

Хобін В.А., д.т.н., проф. (Одеса)

Заступники головного редактора:

Котлик С.В., к.т.н., доц. (Одеса)

Єгоров В.Б., д.т.н. (Одеса)

Редакційна колегія:

Монтік П.М., проф. (Одеса, Україна)

Плотніков В.М., проф. (Одеса, Україна)

Дорофєєв Ю.І., доц. (Харків, Україна)

Тимченко В.Л., проф. (Миколаїв, Україна)

Жученко А.І., проф. (Київ, Україна)

Кіріченко Л.О., проф. (Харків, Україна)

Радівілова Т.А., доц. (Харків, Україна)

Кононенко Н.Г., доц. (Одеса, Україна)

Apostolos Korlos, prof. (Thessaloniki, Greece)

Тітлова О., доц. (Одеса, Україна)



Журнал «Автоматизація технологічних і бізнес-процесів» було ініційовано до видання рішенням складу І Всеукраїнської науково – практичної конференції «Інформаційні технології та автоматизація – 2008», що відбулась у стінах Одеської національної академії харчових технологій та продовжує проводитися щорічно:

www.itia.com.ua

Журнал зареєстровано
Міністерством Юстиції України
Серія КВ №15895-4367Р від 16.10.2009 р.

Щоквартальний науково-виробничий журнал «Автоматизація технологічних і бізнес-процесів» включено до категорії "Б" Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук згідно наказу МОН України від 11.07.2019 № 975 «Про затвердження рішень атестаційної колегії міністерства щодо діяльності спеціалізованих вчених рад від 23 квітня 2019 року» за спеціальностями 122, 123, 151.

www.atbp.onaft.edu.ua

Відповідальний редактор:

Бодюл О.С., к.т.н. (Одеса)

Комп'ютерний дизайн та верстка:

Козуб О.О. (Одеса)

Засновник:

Одеська національна академія харчових технологій

Адреса редакції:

м. Одеса, вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039,
тел.: (048)712-42-54, e-mail: atbp.journal@gmail.com

Підписано до друку 30.09.2021 р.

Рекомендовано до друку та розташування в мережі
Інтернет Вченою радою Одеської національної
академії харчових технологій

31 серпня 2021 р., протокол № 1

Відповідальність за достовірність інформації несе
автор публікації.

Матеріали друкуються мовою оригінала.
Передрукування матеріалів журналу дозволяється
лише за згодою редакції. Ліцензія СС-ВУ.

Надруковано у видавництві «Diol Print»

Тираж 101 прим.



AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL AND BUSINESS-PROCESSES

Volume 13, Issue 3 /2021

ISSN 2312-3125 (print), ISSN 2312-931X (online)

Editor-in-chief:

Artemenko S., D.Sc., prof. (Odessa, Ukraine)

Honorary scientific consultant:

Khobin V., D.Sc., prof. (Odessa, Ukraine)

Deputy chief editors:

Kotlyk S., PhD (Odessa, Ukraine)

Yehorov V., D.Sc. (Odessa, Ukraine)

Editorial Board:

Montik P., prof. (Odessa, Ukraine)

Plotnikov V., prof. (Odessa, Ukraine)

Dorofiev Y., PhD (Kharkiv, Ukraine)

Tymchenko V., prof. (Mykolayiv, Ukraine)

Zhuchenko A., prof. (Kiev, Ukraine)

Kirichenko L., prof. (Kharkiv, Ukraine)

Radivilova T., PhD (Kharkiv, Ukraine)

Konovenko N., PhD (Odessa, Ukraine)

Apostolos Korlos, prof. (Thessaloniki, Greece)

Titlova O., PhD (Odessa, Ukraine)

Executive editor:

Bodiul O.S., PhD (Odessa, Ukraine)

Computer design and imposition:

Kozub O.O. (Odessa, Ukraine)

Founder:

Odessa National Academy of Food Technologies

Address of the editorial office:

Ukraine, Odessa, Kanatnaya str, 112, 65039,

tel.: (048)712-42-54, e-mail:

atbp.journal@gmail.com

It's sent for the press 30.09.2021

It's recommended for printing and publishing online by academic council of Odessa National Academy of Food Technologies

31 August 2021, protocol № 1

Articles are printed in original language

It's allowed to use materials from the journal according to the Creative Commons license: CC-BY.

It's printed in publishing house «Diol Print» (Odessa).
Circulation is 101 copies.

Журнал реферується і індексується 14-ма провідними Світовими базами даних і індексними системами: EBSCO Information Services, ISSN, CrossRef, NBUV, Directory of Open Access Journals (DOAJ), ROAD, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), ULRICHS WEB Global Serials Directory.

Науково-виробниче видання «Автоматизація технологічних і бізнес-процесів» включено до категорії "Б" Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (відповідно Порядку формування Переліку наукових фахових видань України, затвердженого наказом МОН України від 15 січня 2018 року № 32) згідно наказу МОН України від 11.07.2019 № 975 «Про затвердження рішень атестаційної колегії міністерства щодо діяльності спеціалізованих вчених рад від 23 квітня 2019 року» за спеціальностями 122, 123, 151.

Згідно з Міжнародними нормами журналу присвоєна ліцензія Creative Commons CC-BY Attribution, яка фіксує звіт правил щодо захисту авторських прав авторів. Для збільшення рівня цитованості статей, опублікованих в нашому журналі вченими з усього Світу, і, як наслідок, збільшення індексу цитування наших авторів, редакція журналу АТБП оформляє всі пристатейні списки літератури відповідно до IEEE Citation Style (стиль цитування Міжнародної асоціації Institute of Electrical and Electronics Engineers).



ЗМІСТ

Карпілов О.Ю. Засіб автоматизації контролю робочого середовища газотурбонагнітачів.....	4
Тарасевич І.Г., Тарасевич О.В. Вплив співпраці підприємств з університетами на вищу освіту в епоху кібернетики: тенденції і дилеми.....	8
Науменко О.М., Мельник К.В., Попков Д.М. Розробка інтерактивної карти абітурієнта Одеси.....	16
Ленчевський Є.А., Годун О.В., Новіков П.В. Обґрунтування можливості забезпечення в об'єднаній енергосистемі України стабільності частоти на рівні енергооб'єднання ENTSO-E.....	22
Мулеса О.Ю., Білак Ю.Ю. Підхід до проектування систем підтримки прийняття управлінських рішень в умовах ризику та невизначеності.....	30
Сандлер А.К., Савчук О.С. Автоматизований засіб очищення повітря під час вантажних операцій з зерновими культурами у портах.....	34
Степанов М.Т. Замкнуті САР з прогнозуванням: аналіз альтернативних варіантів структур.....	38
Селіванова А.В., Бодюл О. С., Коробов В.С. Аналіз чинників, що впливають на успішність веб ресурсів підрозділів закладів вищої освіти.....	48
Сакалюк О.Ю. Реалізація проекту розробки програмного забезпечення автоматизованого керування процесом формування розкладу навчальних занять засобами пакета Gantt Project.....	57

CONTENT

Karpilov O.Y. Means of automation of control of the working environment of gas turbochargers.....	4
Tarasevich I.G., Tarasevich A. Implications of University-Business Cooperation for Higher Education in a Time of Cybernetics: Emerging Trends and Dilemmas.....	8
Naumenko O.M., Melnyk K.V., Popkov D.M. Development of an interactive map of the Odesa entrant.....	16
Lenchevsky E.A., Godun A.V., Novikov P.V. Justification of the possibility the issue of ensuring frequency stability in the unified energy system of ukraine at the level of ENTSO-E power interconnection.....	22
Mulesa O., Bilak Yu. Approach to designing management decision support systems in conditions of risk and uncertainty...	30
Sandler A.K., Savchuk O.S. Automated air purifier during cargo operations with grain crops in ports.....	34
Stepanov M.T. Closed-loop automation control systems with prediction: analysis of alternative structures.....	38
Selivanova A., Bodiul O., Korobov V. Analysis of factors affecting the success of the web resources of higher education departments.....	48
Sakaliuk O. Project implementation of the software development of the automated control of the scheduling process employment by means of the Gantt Project package.....	57



УДК 681.787.6

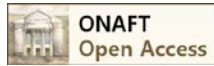
ЗАСІБ АВТОМАТИЗАЦІЇ КОНТРОЛЮ РОБОЧОГО СЕРЕДОВИЩА ГАЗОТУРБОНАГНІТАЧІВ

Карпілов О.Ю.

Національний університет "Одеська морська академія", м. Одеса, Україна
E-mail: kau.onma@gmail.com

Copyright © 2021 by author and the journal "Automation of technological and business – processes".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

DOI: 10.15673/atbp.v13i3.2150

Анотація. У великих морських та річкових транспортних кластерах частка забруднень повітряного середовища, що належить судновим енергетичним установкам, перебільшує 7 % від загальної кількості викидів шкідливих речовин. Екологічний збиток, викликаний роботою теплових двигунів внутрішнього згорання, складається як з забруднення середовища газами, що відновили, так й "температурному забрудненні" – викидах у довкілля великої кількості низькотемпературної теплоти. Надлишкова теплота ініціює різні кліматичні аномалії глобального характеру. Істотний вплив на катастрофічні процеси виявляє "парниковий ефект", що приводить до зміни характеру променистого теплообміну між землею поверхнею й шарами атмосфери внаслідок збільшення вмісту в ній діоксиду вуглецю. Рамкова конвенція ООН про зміну клімату (UN FCCC) і Кіотський протокол 1997 р. визначили державні зобов'язання для країн-учасниць відносно зниження викидів CO₂. В 1997 р. на Міжнародній конференції сторін Міжнародної конвенції по запобіганню забруднення із судів (МАРПОЛ) була прийнята Резолюція 8 по "викидах вуглекислого газу із суден", у якій Міжнародної морської організації (ІМО) у співробітництві із Секретаріатом Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату було запропоновано запровадити комплекс заходів щодо вивчення впливу викидів парникових газів із суден з метою встановлення кількості й відносного процентного вмісту викидів вуглекислого газу з суден. На підставі аналізу результатів досліджень, виконаних у 2007 р., визначено, що частка викидів парникових газів у міжнародному судноплаванні вже склала приблизно 2,7 % світових викидів С₂. Для подальшого зниження впливу суден та кораблів на якість навколишнього середовища необхідна реорганізація енерговикористання в судових енергетичних установках. Поставлена задача вирішується тим, що волоконно-оптичний датчик вуглекислого газу, що складається з основи, світловода, мембрани, джерела випромінювання та фотоприймача та який відрізняється тим, що світловод є револьверного типу, зафіксований у основі, з одного боку сполучається з розгалужувачем, джерелом випромінювання та фотоприймачем, зв'язаних з блоком живлення та реєстрації. З другого боку світловод на торці має віддзеркалюючий шар та сполучений з мембраною, яка є газопроникною. Внутрішні отвори світловода вкриті шаром оксиду індію-олова, а зовні світловод вкритий термокомпенсаційною оболонкою та захисним чохлам.

Abstract. In large marine and river transport clusters, the share of air pollution belonging to ship power plants exceeds 7% of the total emissions of harmful substances. The environmental damage caused by the operation of internal combustion engines consists of both pollution of the environment with exhaust gases and "temperature pollution" - emissions of large amounts of low-temperature heat. Excess heat initiates various global climatic anomalies. The "greenhouse effect" has a significant effect on catastrophic processes, which leads to a change in the nature of radiant heat exchange between the earth's surface and the atmosphere due to an increase in the content of carbon dioxide. The United Nations Framework Convention on Climate Change (UN FCCC) and the 1997 Kyoto Protocol set out national commitments for member states to reduce CO₂ emissions. In 1997, the International Conference of the Parties to the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL) adopted Resolution 8 on "carbon emissions from ships", in which the International Maritime Organization (IMO) in cooperation with the Secretariat of the Framework Convention of the United Nations On climate change, it was proposed to introduce a set of measures to study the impact of greenhouse gas emissions from ships in order to determine the amount and relative percentage of carbon dioxide emissions from ships. Based on the analysis of the results of research conducted in 2007, it was determined that the share of greenhouse gas emissions in international shipping has already amounted to approximately 2.7% of global CO₂ emissions. To further reduce the impact of ships and vessels on the quality of the environment, it is necessary to reorganize energy use in ship power plants. The problem is solved by the fact that the fiber-optic carbon dioxide sensor, consisting of a base, fiber, membrane, radiation source and photodetector and characterized in that the fiber is a revolving type, fixed in the base, on the one hand communicates with the splitter, radiation source and a photodetector connected to the power supply and registration. On the other hand, the fiber at the end has a



reflective layer and is connected to a membrane that is gas permeable. The inner openings of the fiber are covered with a layer of indium-tin oxide, and the outer fiber is covered with a thermal compensation shell and a protective cover.

Ключові слова: вуглекислий газ, волоконно-оптичний, датчик.

Key words: carbon dioxide, fiber-optic, sensor.

Вступ

Згоряння рідких вуглеводневих енергоносіїв на суднах та кораблях супроводжується викидом в атмосферу токсичних з'єднань, оксидів вуглецю й твердих часток, що є небезпечним джерелом забруднення навколишнього середовища. За аналітичними даними економічний збиток від шкідливого впливу на екологічний стан довкілля досягає 10 % від вартості внутрішнього валового продукту.

У великих морських та річкових транспортних кластерах частка забруднень повітряного середовища, що належить судновим енергетичним установкам, перебільшує 7 % від загальної кількості викидів шкідливих речовин. Екологічний збиток, викликаний роботою теплових двигунів внутрішнього згоряння, складається як з забруднення середовища газами, що відробили, так й "температурному забрудненні" – викидах у довкілля великої кількості низькотемпературної теплоти. Надлишкова теплота ініціює різні кліматичні аномалії глобального характеру. Істотний вплив на катастрофічні процеси виявляє "парниковий ефект", що приводить до зміни характеру променистого теплообміну між землею поверхнею й шарами атмосфери внаслідок збільшення вмісту в ній діоксиду вуглецю.

Рамкова конвенція ООН про зміну клімату (UN FCCC) і Кіотський протокол 1997 р. визначили державні зобов'язання для країн-учасниць відносно зниження викидів C_2 . В 1997 р. на Міжнародній конференції сторін Міжнародної конвенції по запобіганню забруднення із судів (МАРПОЛ) була прийнята Резолюція 8 по "викидах вуглекислого газу із суден", у якій Міжнародної морської організації (ІМО) у співробітництві із Секретаріатом Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату було запропоновано запровадити комплекс заходів щодо вивчення впливу викидів парникових газів із суден з метою встановлення кількості й відносного процентного вмісту викидів вуглекислого газу з суден.

На підставі аналізу результатів досліджень, виконаних у 2007 р., визначено, що частка викидів парникових газів у міжнародному судноплаванні вже склала приблизно 2,7 % світових викидів CO_2 . Для подальшого зниження впливу суден та кораблів на якість навколишнього середовища необхідна реорганізація енерговикористання в суднових енергетичних установках.

При проведенні такої реорганізації необхідно забезпечити наявність на суднах вимірювальних пристроїв контролю вмісту вуглекислого газу у відпрацьованих газах, що забезпечать високу вірогідність результатів вимірювання [1 - 3].

Аналіз літературних джерел та постановка задач

У той же час, аналіз існуючих пристроїв контролю вмісту вуглекислого газу показав таке. Можливості більшості використовуваних датчиків не дозволяють реалізувати ефективний моніторинг робочого середовища газотурбонагнітачів двигунів внутрішнього згоряння. Спільними проблемами для всіх типів засобів контролю є проблеми чутливості, швидкодії і стабільності чутливого елемента, які визначають достовірність результатів вимірювань.

Для пошуку шляхів удосконалення засобів контролю вмісту вуглекислого газу були розглянуті конструкції найбільш поширених засобів цього класу.

Відомий датчик, що основу, світловод, нейтральний світлофільтр, дихроїчне дзеркало, мембрану, гідрофільне середовище полімерної матриці з флуоресціюючою речовиною, джерело випромінювання та фотоприймач [4].

Недоліки пристрою, які обумовлені застосуванням світлофільтру, дихроїчного дзеркала, гідрофільного середовища полімерної матриці з флуоресціюючою речовиною:

- необхідність дотримання чистоти поверхонь додаткових оптичних елементів для запобігання похибок вимірювання;

- необхідність постійного підтримання властивостей оптичного каналу, та особливо гідрофільного середовища полімерної матриці з флуоресціюючою речовиною, в умовах впливу кліматичних та експлуатаційних факторів;

- надвеликий час формування сталого сигналу;

- складність заміни пошкоджених світловодів.

Найбільш близьким за технічною сутністю та результатом, що досягається, до винаходу, що пропонується, є датчик, що містить основу, світловод, перший реагент з карбїду кремнію, другий реагент органічного походження, джерело випромінювання та фотоприймач [5].

Недоліки пристрою, які обумовлені застосуванням двох типів реагентів:

- вузький робочий температурний діапазон;

- неможливість урахування впливу кліматичних та експлуатаційних факторів на результати вимірювання через застосування реагенту органічного походження;

- необхідність застосування світловоду зі штучного алмазу, як матеріалу показник заломлення якого перевищує показник заломлення карбїду кремнію, для реалізації умов повного внутрішнього відбивання світла у світловоді;

- неможливість урахування впливу складових газового середовища, які мають близькі характеристики.



Мета та задачі дослідження

Таким чином, актуальною є задача створення датчику вуглекислого газу, у якому відсутня необхідність постійної підтримки чистоти оптичних поверхонь та властивостей оптичного каналу, застосовані менш коштовні матеріали та одночасно збережені надійність, чутливість та простота схемотехнічних рішень датчиків відомих типів.

Результати дослідження

Поставлена задача вирішується тим, що волоконно-оптичний датчик вуглекислого газу, що складається з основи, світловода, мембрани, джерела випромінювання та фотоприймача та який відрізняється тим, що світловод є револьверного типу, зафіксований у основі, з одного боку сполучається з розгалужувачем, джерелом випромінювання та фотоприймачем, зв'язаних з блоком живлення та реєстрації. З другого боку світловод на торці має віддзеркалюючий шар та сполучений з мембраною, яка є газопроникною. Внутрішні отвори світловода вкриті шаром оксиду індію-олова, а зовні світловод вкритий термокомпенсаційною оболонкою та захисним чохлам.

Суть винаходу пояснюється кресленням (рис. 1), де зображено волоконно-оптичний датчик вуглекислого газу, який складається з основи 1, вкритої термокомпенсаційною оболонкою 11, волоконно-оптичного світловоду револьверного типу 3, зафіксованого у основі.

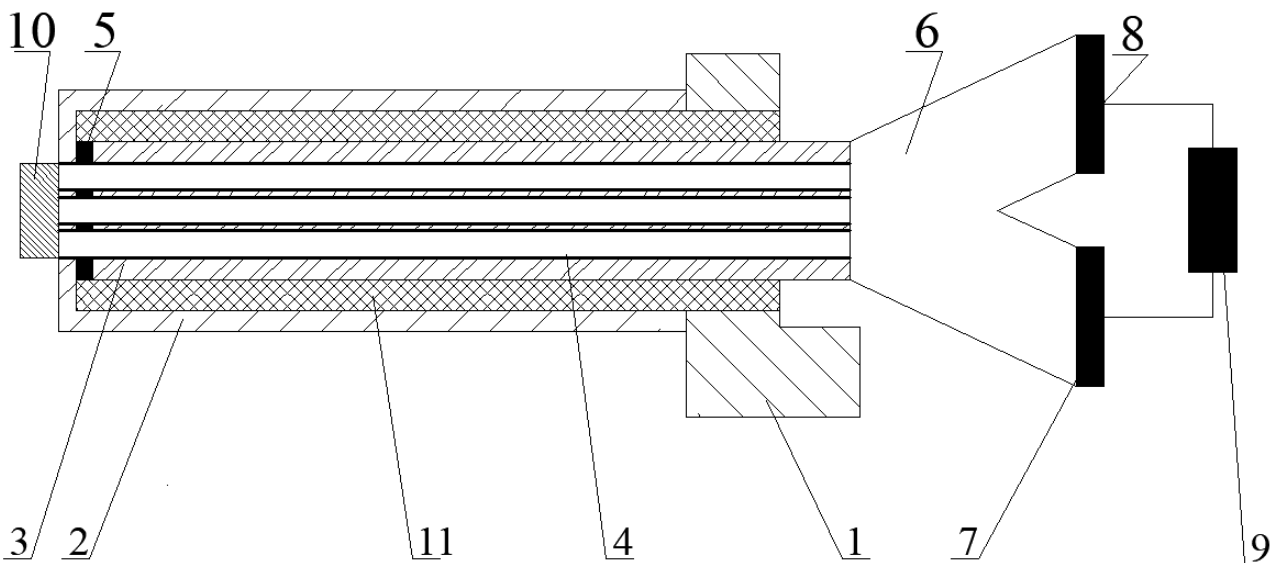


Рис. 1. – Волоконно-оптичний датчик вуглекислого газу: 1 – основа; 2 – захисний чохлам; 3 – світловод; 4 – шар оксиду індію-олова; 5 – віддзеркалюючий шар; 6 – розгалужувач; 7 – джерело випромінювання; 8 – фотоприймач; 9 – блок живлення та реєстрації; 10 – газопроникна мембрана; 11 – термокомпенсаційна оболонка

Внутрішні отвори світловоду вкриті шаром індію-олова 4. На одному з торців світловода міститься віддзеркалюючий шар 5. Отвори у світловоді закриті газопроникною мембраною 10. Другий торець світловоду сполучений з розгалужувачем 6, відповідні гілки якого сполучені з джерелом випромінювання 7 та фотоприймачем 8. Джерело випромінювання та фотоприймач сполучені з блоком живлення та реєстрації 9. Корпус датчика вкритий захисним чохлам 2.

Живлення з блоку живлення та реєстрації надходить до джерела випромінювання, та викликає генерацію випромінювання. Випромінювання, крізь розгалужувач надходить до світловода.

Після контакту датчика з середовищем, що містить вуглекислий газ, останній, крізь газопроникну мембрану надходить до внутрішніх отворів світловоду. Під впливом вуглекислого газу змінюються оптичні властивості шару індію-олова. При зміні оптичних властивостей шару індію-олова змінюються умови повного внутрішнього відбивання світла у світловоді. Збільшується частина світла, яка випромінюється поза межі світловоду. Частина світла, що залишилася, відбивається від віддзеркалюючого шару та повертається крізь світловод та відповідну гілку розгалужувача до фотоприймача [6 - 11]. У фотоприймачі створюється електричний сигнал, пропорційний інтенсивності випромінювання, що надійшло від світловоду. Далі електричний сигнал надходить до блоку живлення та реєстрації.

Сигнал, зафіксований у такий спосіб, пропорційний величині концентрації вуглекислого газу у газовій суміші, яка підлягає контролю.

Для компенсації впливу температури навколишнього середовища на елементи пристрою застосовується термокомпенсаційна біметалева оболонка, яка пропорційно температурі, змінює вигин світловода та зменшує заздалегідь внесені втрати випромінювання у світловоді.



У статичному режимі (калібрування) у блоці живлення та реєстрації фіксуються відповідні данні та поправки, що враховують температуру навколишнього середовища та втрати в усіх елементах вимірювальної системи.

У динамічному режимі (вимірювання), вуглекислий газ взаємодіє з шаром індію-олова. В наслідок взаємодії відбувається зміна показника заломлення шару. Зміни, що відбуваються, викликають порушення умов повного відбивання світла у світловоді та ініціюють тунелювання частки випромінювання поза межі світловоду.

Частина світла, що залишилася, відбивається від віддзеркалюючого шару та повертається крізь світловод та відповідну гілку розгалужувача до фотоприймача. У фотоприймачі створюється електричний сигнал, пропорційний інтенсивності випромінювання, що надійшло від світловоду. Далі електричний сигнал надходить до блоку живлення та реєстрації.

Сигнал, що буде зафіксований у такій спосіб, буде пропорційний величині концентрації вуглекислого газу у газовій суміші, яка підлягає контролю.

Для компенсації впливу температури навколишнього середовища на елементи пристрою застосовується термокомпенсаційна біметалева оболонка, яка пропорційно температурі, змінює вигин світловода та зменшує заздалегідь внесені втрати випромінювання у світловоді.

Таким чином, відбувається повний цикл вимірювання.

Висновки

Технічний ефект досягається завдяки тому, що комбінація оптичних елементів забезпечує:

- відсутність впливу неконтрольованих експлуатаційних та кліматологічних факторів на оптичний канал;
- захищеність чутливих елементів пристрою;
- постійність властивостей оптичного каналу в умовах впливу неконтрольованих експлуатаційних факторів;
- постійне вимірювання у реальному масштабі часу;
- підвищену чутливість та точність приладу.

Використання датчика, що пропонується, дозволить адекватно і достовірно оцінювати параметри газового середовища, що створюється у наслідок згоряння вуглеводневих палив.

Список використаних джерел

- [1]. Ирха, В. И. Процессы, происходящие в полупроводниках при взаимодействии с газовой средой // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. – 2012. – № 2. – С. 49-54.
- [2]. Ирха, В. И., Марколенко, П. Ю., Назаренко, А. А., Слободянюк, И.А. Акусто – и оптоэлектронные газочувствительные датчики // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. – 2015. – № 1. – С. 12-19.
- [3]. Ирха, В. И., Слободянюк, И. А. Волоконно-оптические сенсоры как анализаторы различных газов // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. – № 1. – С. 61-67.
- [4]. А. с. СССР № 1618123 МКИ G 01 N 27/02. Оптоэлектронный датчик /В.И. Ирха, И.М. Викулин, В.М. Баранов, Ю.Н. Максименко. – № 4492323; заявл. 29.08.1988; опубл. 01.09.1990. Бюл. № 3.
- [5]. Бусурин, В. И., Носов, Ю. Р. Волоконно-оптические датчики: физические основы, вопросы расчета и применения. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 256 с.
- [6]. Снайдер, А., Лав, Д. Теория оптических волноводов. – М.: Радио и связь, 1987. – 656 с.
- [7]. Сандлер, А. К. Оптимізація конструктивних параметрів волоконного акселерометру // Slovak international scientific journal. – 2020. – № 42. – VOL.1. – P. 25-31.
- [8]. Сандлер, А. К. Метод підвищення ефективності діагностування технічного стану суднових газотурбінних установок на основі волоконно-оптичних технологій: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20. – К., 2021. – 158 с.
- [9]. Сандлер, А. К. Чувствительный элемент волоконно-оптического акселерометра на основе сапфирового стекла // IX міжнародна науково-методична конференція "Суднова електроінженерія, електроніка і автоматика", 05-06 листопада 2019 р.: матеріали конференції. – Одеса: НУ "ОМА". – 2019. – С. 27-33.
- [10]. Сандлер, А. К. Моделирование акселерометра маятникового типа // Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. – 2019. – №1. – Черкаси: ЧДТУ. – С. 75-81.
- [11]. Сандлер, А. К., Логишев, И. В., Сандлер, А. А. Инвариантный волоконный акселерометр // Энергетика судна: эксплуатация та ремонт: матеріали науково-технічної конференції. – Одеса: ОНМА. – 2011. – С. 277-279.

References

- [1]. Irkha, V. I. (2012). Protssessy, proiskhodyashchiye v poluprovodnikakh pri vzaimodeystvii s gazovoy sredoy. [Processes occurring in semiconductors during interaction with a gas medium] // Naukovi pratsi ONAZ im. O.S. Popov. – No. 2. – P. 49 - 54. [in Ukraine].
- [2]. Irkha, V. I., Markolenko, P. Yu., Nazarenko, A. A., Slobodyanyuk, I.A. (2015). Akusto – i optoelektronnyye gazochuvstvitel'nyye datchiki. [Acousto - and optoelectronic gas sensitive sensors] // Naukovi pratsi ONAZ im. O.S. Popov. – No. 1. – P. 12 - 19. [in Ukraine].
- [3]. Irkha, V. I., Slobodyanyuk, I. A. (2017). Volokonno-opticheskiye sensory kak analizatory razlichnykh gazov. [Fiber-optic sensors as analyzers of various gases] // Naukovi pratsi ONAZ im. O.S. Popov. – No. 1. – P. 61 - 67.
- [4]. А. р. USSR No. 1618123 МКИ G 01 N 27/02. Optoelectronic sensor / V.I. Irkha, I. M. Vikulin, V. M. Baranov, Yu. N. Maksimenko. - No. 4492323; app. 08/29/1988; publ. 09/01/1990. Bul. No. 3.



- [5].Busurin, V. I, Nosov, Yu. R. (1990). Volokonno-opticheskiye datchiki: fizi-cheskiye osnovy, voprosy rascheta i primeneniya. [Fiber-optic sensors: physical foundations, issues of calculation and application]. –Moscow: Energoatomizdat, – 256 p. [in Russian].
- [6].Snyder A., Love D. (1987). Teoriya opticheskikh volnovodov. [Theory of optical waveguides]. - Moscow: Radio i svyaz'. [in Russian].
- [7].Sandler, A. K. (2020). Optymizatsiya konstruktivnykh parametriv volokonnoho akselerometru. [Optimization of design parameters of the fiber accelerometer]. Bratislava: Slovak international scientific journal. – № 42. VOL.1. – P. 25-31. [in Slovak].
- [8].Sandler, A. K. (2021). Metod pidvyshchennya efektyvnosti diahnostuvannya tekhnichnoho stanu sudnovykh hazoturbinykh ustanovok na osnovi volokonno-optychnykh tekhnolohiy [Method of improving the efficiency of diagnosis of the technical condition of ship's gas turbines plants based on fiber-optical technologists]. Kyiv [in Ukraine].
- [9].Sandler, A.K. (2019). Chuvstvitel'nyy element volokonno-opticheskogo akselerometra na osnove sapfirovogo stekla. [Sensitive element of a fiber-optic accelerometer based on sapphire glass]. Odessa: IX international scientific-methodical conference "Ship's electrical engineering, electronics and automation". [in Ukraine].
- [10].Sandler, A. K. (2019). Modelirovaniye akselerometra mayatnikovogo tipa. [Modeling of a pendulum-type accelerometer]. Cherkasy: Bulletin of the Cherkasy State Technological University. –No. 1. - P. 75 - 81. [in Ukraine].
- [11]. Sandler, A. K, Logishev, I. V., Sandler, A. A. (2011). Ynvariantnyy volokonnyy akselerometr. [Invariant fiber-optic accelerometer] // Ship energy: operation and repair: materials of scientific and technical conference. - Odessa: ONMA. - P. 277-279. [in Ukraine].

Отримана в редакції 30.06.2021. Прийнята до друку 23.08.2021. Received 30 June 2021. Approved 23 August 2021. Available in Internet 31 September 2021.

УДК 378.14.015.62:62-503.57

IMPLICATIONS OF UNIVERSITY-BUSINESS COOPERATION FOR HIGHER EDUCATION IN A TIME OF CYBERNETICS: EMERGING TRENDS AND DILEMMAS

Tarasevich I.G.¹, Tarasevich A.²

¹National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnipro, Ukraine

²The University of Western Ontario, London, Ontario, Canada

ORCID: ¹0000-0002-3249-619X, ¹0000-0003-0798-0569

E-mail: ¹tig-app@ukr.net, ²atarasev@uwo.ca

Copyright © 2021 by author and the journal “Automation of technological and business – processes”.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI: 10.15673/atbp.v13i3.2149

“You’re either the one that creates the automation
or you’re getting automated”.

–Tom Preston-Werner, an American billionaire,
software developer and entrepreneur

Abstract. *Universities and business collaborate for their own ends that do not necessarily match. While the industry is always profit-driven and practice-oriented with primarily short-term goals in mind, the university focuses on strategic planning, theory development, and long-term goals. University-business collaboration (UBC) has diverse modes or activities*



among which the most common are: 1) research and development (R&D); 2) mobility of academic staff; 3) student mobility; 4) curriculum development and delivery; 5) lifelong learning. While the focus of UBC is on conducting practice-oriented research, each university and enterprise have their own unique combinations of activities that reflect their goals and needs. All the five collaborative research activities demonstrate different effects with UBC drivers, barriers, and organizational characteristics that are further explored in the article.

Similar to automation, higher education is in many ways a stochastic adaptive control system, the behaviour of which depends on parameters with unknown values. The system has to perform in order to collect specific values of these parameters. The values are crucial as, once collected, they can be used to alter the system's performance. Following this logic, we consider the five modes specified above as key UBC parameters, put in their emerging trends as parameters' values, and consider emerging dilemmas and implications for higher education. The key challenge nowadays is around the adaptability of higher education. More than ever before, educators around the world grapple with the idea of whether and how adaptive the modern university should be to the business world needs in the context of global automation. This article is our attempt to add to a meaningful debate around this topic.

Анотація. При співпраці університет і бізнес переслідують свої власні цілі, які не обов'язково збігаються. У той час як галузь завжди орієнтована на отримання прибутку і орієнтована на практику, маючи на увазі в першу чергу короткострокові цілі, університет приділяє особливу увагу стратегічному плануванню, розвитку теорії і довгостроковим цілям. Співпраця між університетом і бізнесом (УВС) має різні форми або види діяльності, серед яких найбільш поширеними є: 1) дослідження і розробки (R & D); 2) мобільність професорсько-викладацького складу; 3) студентська мобільність; 4) розробка і викладання навчальних програм; 5) навчання протягом усього життя. У той час як співпраця між університетами та бізнесом (УВС) зосереджена навколо проведення досліджень, орієнтованих на практику, кожен конкретний ВНЗ і підприємство створюють свою модель співпраці з тими видами спільної діяльності, включаючи запропоновані вище п'ять видів спільної діяльності, які максимально відображають їх власні цілі і потреби. Кожен з п'яти спільних видів діяльності ефективний по-своєму і має певний набір факторів, що стимулюють або, навпаки, ускладнюють їх розвиток, про що мова піде більш детально в даній статті.

Подібно автоматизації, вища освіта багато в чому є стохастичною адаптивною системою управління, поведінка якої залежить від параметрів з невідомими значеннями. Система повинна працювати, щоб збирати конкретні значення цих параметрів. Значення грають важливу роль, оскільки після отримання системою вони можуть використовуватися для зміни продуктивності самої системи. За такою логікою ми розглядаємо п'ять режимів, зазначених вище, як ключові параметри УВС, застосовуємо їх нові тенденції в якості значень параметрів і розглядаємо дилеми і наслідки, що виникають, для вищої освіти. Сьогодні основна проблема пов'язана з адаптованістю вищої освіти. Як ніколи раніше, викладачі в усьому світі задаються питанням, наскільки адаптивним повинен бути сучасний університет до потреб ділового світу в контексті глобальної автоматизації. Ця стаття - наша спроба додати до змістовної дискусії на цю тему.

Key words: university-business collaboration (UBC), automation, research and development (R & D), academic mobility, student mobility, curriculum development, curriculum development, UBC drivers.

Ключові слова: співробітництво між університетом і бізнесом (УВС), автоматизація, дослідження та розробки (НДДКР), академічна мобільність, студентська мобільність, розробка навчальних планів, розробка навчальних програм, драйвери УВС.

Introduction. The current technological processes are changing what it means to be human. We now access big data that can tell us new things and enable machines to do them. Many current jobs are either automated or automatable. And the process of automation is under way, so only time will tell us how many and in what areas. A pillar of contemporary development, automation is present – physically, tangibly and inevitably – in every aspect of human activity and transforms it. Higher education is no exception. More so, it is an area in which the change, as well as opportunities and challenges it brings on, are very real, almost palpable on societal skin. It is through the lens of automation, an important anchor for the discussion, I will be looking at what is happening in higher education and why. Where possible and to illustrate the points being made, I will provide real-life examples.

University education worldwide is undergoing rapid changes with far reaching implications both for educators and students. What are they? The market place is getting increasingly competitive. Humankind is experiencing the Fourth Industrial Age (4th IA): big data and artificial intelligence blend to bring about automation literally in every field of human activity – from the internet of things to astrophysics explorations. Physical and cyber worlds are fused together in most intricate ways and on a most massive scale. The challenging goal of higher education is to prepare for an uncertain future. It can be best achieved via an integrated scholarship when pedagogical approaches are continuously appraised for their sustainability [1]. Students, universities, employers and wider society – all have expectations. The biggest challenge of higher education is to ensure that the pedagogical approaches-in-use are aligned with these expectations, present and future ones.

Main Part. An Overview of the Fourth Industrial Age: Its Challenges and Opportunities.

To say the least, people are living in a rapidly changing technological time. As Schwab (2017) aptly put it, people live in a time of great promise and great peril [2]. The promise is in connecting people around the world, sharing knowledge and regenerating the natural environment. The peril, however, lies in further societal fragmentation and growing inequalities, with automation dominating and people questioning their role of humans.



The development of education is, to some extent, similar to the development of industry [3]. When applied to automation, higher education can be compared to a stochastic adaptive control system: unknown parameters of a control system are modelled as random processes or variables [4]. The general approach to adaptive control is about separating parameter identification and adaptive control [4, p. 769]. How a control system behaves, depends on a set of parameters with unknown values. The values of these parameters remain unknown until the system performs and only then some crucial information is collected that, in turn, is used to alter the system's performance. Until then the control system remains to be 'a black box' to the controller.

Similarly, education is a stochastic process that is characterized by a lot of noise in the system but also by some degree of consistency [4, p. 775]. It is a process with a number of variables: vision, design, data collection and analysis [4, p. 776]. Educators get to know their trainees and each time they teach a course, they necessarily adapt it to a particular cohort of students. With every class, they collect and analyze data, build a portfolio, and enhance their teaching. As a result, the course is refined, with the best pedagogical approaches being implemented, while systematically replacing the weakest elements. It is what Boyer (1990) defines as scholarship in teaching when the work of an educator becomes meaningful only when it is understood by others [5].

On an institutional level, universities need to adapt to changes caused by the rapid development of technology, in general, and automation, in particular. Their ability to do so will largely shape future educational landscape that is yet unknown. What is clear, however, is that university education will become increasingly 'virtual' (internet-based), international and interdisciplinary (for convenience, I personally call it 'education of three 'I's'). University education has already shifted and will continue its shift from being available to the privileged few to the masses. In other words, 'elite' higher education will become 'mass' education for everybody who might be interested.

Another key challenge that higher education faces today is an urge to preserve the link between professional training and work. Peters, Jandrić & Means (2019) conducted a review of recent policy documentation about the future of work and suggested three possible scenarios: 1) a worst-case scenario of full joblessness; 2) a business-as-usual scenario; and 3) a hybrid scenario of human control over augmented and artificial intelligencies [6]. In an era of widespread automation, people are concerned about the function and purpose of education as such. If labour no longer exist as a political category and a set of processes, the authors (Peters, Jandric, & Means, 2019) speculate the following four responses [6]. The first response is based upon 'third' sector' (aka 'the voluntary sector') expansion that covers a wide range of organizations that are neither public nor private. Among them are non-governmental, not-profit, and values-driven organizations. The second possibility is a conventional business model. The third response is focused on technologies augmenting the human role rather than replacing them. Finally, the fourth possibility is that the linkage between work and education is irreversibly broken, something we do not want to go into. That is why meaningful social debates are necessary in imagining drastically different relationships between work and education.

Given the unknown future described above, university graduates must be adaptive and self-directed in their thinking and learning. These days, the shelf life of any skill has become notoriously short which requires educators, trainees and experts to continuously upgrade their skill set and become lifelong learners. They need to familiarize themselves with ever-more complex industries and technologies that may not have been in existence at the time of their training for initial degrees. Graduates can and should use different pathways to re-connect with their institutions as this will provide them with updated skills.

The faculty and students should be regularly exposed to workplace realities within corporate and industrial sectors. For instance, Stanford University has launched the Stanford2025 project with several mechanisms whereby students can extend their education over a longer period of time [7]. One of the models is the "open loop university": students can spend six years on higher education over their entire adult careers. This can allow them to refresh their toolbox of skills while being on campus and to blend their learning with real-life experience. They also provide value to the campus community by returning as expert practitioners over several intervals.

With rapid change and exponential growth being the hallmark of the 4th IA, it is imperative for universities to update their course load content very often so that universities can compete with the tempo of technological advances. By definition, curriculum has to be extremely responsive that places a high premium on faculty development [8]. University staff are expected to work at the cutting edge of their respective fields and universities are considered to be "ideal entrepreneurial ecosystems" [9]. Consequently, students have ample opportunity to be exposed to as well as to actively engage with the frontiers of knowledge. The ultimate goal of this gigantic work is to develop future experts who can think and redefine themselves in the rapidly emerging environment.

General European trends in UBC.

In our literature analysis, we purposefully review executive summaries, national reports and case studies summaries prepared for the European Commission. These are collaborative international research projects that embrace a wide range of European countries [10]. For data collection and analysis, they used two complementary approaches – in-depth case studies (quantitative research methods) and workshops (qualitative research methods). While in-depth case studies, in the form of questionnaires, collected structured, statistically significant data, workshops allowed rich, thick data via discussions and experience sharing on a variety of UBC-related topics between the business sector and the scientific community. The design of workshops aimed at offering different perspectives across workshop sessions [10]. The phenomenon of UBC is so complex and multifaceted that conducting solely quantitative or qualitative research cannot capture the richness and the complexity of the topic at hand. That is why we consider the mixed methods approach to be most appropriate for our research question. The



overarching question that informs our inquiry is whether cooperation between private sector organizations and universities is a real partnership or more of a corporate social responsibility. We try to explore each phenomenon of interest from two distinct perspectives – from university's perspective and from business perspective.

UBC is still at an early stage of its development in Europe: as much as 40 per cent of faculty members are not involved in UBC at all; approximately 20 per cent of them participate in UBC at a low extend; and another 40 per cent of academia are actively engaged in UBC [11]. The low percentage of UBC engagement can be partially attributed to what Davey et al. (2018) label as 'university influence': the greater the number of years that the faculty teach, the less likely they are to cooperate with business. Although those engaged – both from academia and business – primarily collaborate in research, each has their own combination of specific UBC activities (the faculty/industry focus, according to Davey et al., 2018) [12].

When looked at the modes of cooperation by size of the enterprise, micro businesses (1 to 10 employees) do not participate in R&D and academic mobility. More involvement is seen from small and medium-sized enterprises (SMEs – 12 to 250 employees) and large enterprises (with 251 employees and over) enjoy the most engagement into UBC activities. Such a state of affairs is almost common sense as micro companies do not have enough capacity (financial, human, scientific, etc.) to invest heavily into many UBC activities whereas large corporations have deep pockets and resources to do so [13]. When types of UBC interaction are further analyzed by sectors (industry, service, and IT), service and IT sectors have much stronger links with UBC activities, particularly with teaching and curriculum development, than industry does.

The university's core tasks have long been teaching and research. They are mainstream activities, a natural and integral part of university's strategic mission. However, within the last decade, there is a clear shift towards furthering the university's mission. The so-called 'Third Mission' is related to integrating research valorisation and exploitation into its more traditional tasks of educating students and conducting basic research [14,15]. *Interdisciplinary nature* is another important feature of modern university education when distinct boundaries between disciplines tend to be erased. For instance, biology is often complemented by engineering biology, molecular design and synthetic biology; Stanford University even offers a new major in bioengineering to train students "at the interface of life sciences and engineering" [16]. Chemistry is widely associated nowadays with Green Chemistry which is a blend of biology, chemistry, and environmental science [17]. More than anything, computer science subjects have long become prerequisites to the digital literacy.

Research and development (R&D, also known as contract research, commissioned research, (inter)national projects, commercialized R&D).

Cooperation in research and development (R&D) is considered to be the most developed activity followed by education, especially student mobility [12, 18]. Higher education institutions (HEIs) offer benefit to the business sector for innovation with a longer-term horizon as well as shorter-term problem solving with direct applicability in the company. At the same time, business offers HEIs insights, opportunities, and cutting-edge data for high quality research [12].

The size of a company affects its R & D involvement. Micro companies, per say, hardly ever participate in R&D activities. An interesting fact specific to Europe is that most large enterprises cooperating with HEIs in R&D, also cooperate with other businesses or have their own R&D capability [12]. In other words, they do not regard universities as R&D centres and do not expect universities to only conduct research. This trend may explain why there is, overall, a relatively small number of joint initiatives and projects, including R&D and knowledge transfer, among European countries.

Another possible explanation for the low UBC engagement among European countries is a companies' narrow understanding of research. They are primarily interested in commercializing research results [13]. Quite often, the business sector gets involved into collaborative research activities to develop or refine a particular process or product. To them, R&D is a business transaction with a specific goal to be achieved [13]. From enterprises' perspective, HEIs are a primary source of highly qualified workforce that can meet their business needs. Moreover, they consider research a potential way of improving their employees' qualifications [13]. At the same time, companies' innovative capacity can be boosted through research.

There are many diverse UBC modes or activities. The literature commonly refers to five of them: 1) R&D; 2) academic mobility; 3) student mobility; 4) curriculum development and delivery; and 5) lifelong learning. While most HEIs and enterprises collaborate – first and foremost – in research, each has their own mixture of UBC activities unique to them and responsive to their goals and needs [12]. Despite their close connectivity in theory, in practice all five collaborative research activities demonstrate different effects with UBC drivers, barriers, and organizational characteristics [18].

Mobility of academic staff (their research or training in the business sector).

Yet enterprises are less interested in involving academics in business processes [18] and from their perspective, mobility of academics is the least common mode of cooperation. Staff mobility is generally limited to professors seeking employment outside academia. Furthermore, universities do not see mobility of academics in terms of their training in the world of business as equally important as, for instance, student mobility.

Student mobility (traineeships, internships, graduate placement, direct recruitment, research projects, seminars, scholarship programs, practical workshops, etc.).

The mobility of students is mainly related to larger companies [18]. Enterprises want to provide graduates with work experience and recruitment, thus, contributing to them directly developing core competencies. The highest value is assigned to traineeships and internships, especially in the industry sector [13]. Such a strong emphasis on internships also has to do with the curriculum itself since internships are compulsory in professional education [13].

Most often, enterprises cooperate with university career centres, teaching and research activities, and alumni networks.



Through these channels, companies can offer students internship programs and soft skills courses (communication, problem solving, leadership, etc.). It is not uncommon when a career office organizes an event at the university where companies present themselves. For instance, a Bulgarian marketing company presents their concepts in online marketing at different career office events. It can motivate students to pursue careers in this domain. After such events, inspired student often contact the company; the company, in return, offers them internships.

Another way for students to get information on internships and companies' newly launched training programs is directly from their professors and academic boards. Trainees are selected upon them meeting certain inclusion criteria. In Europe, career fairs are also very popular during which leading companies advertise their upcoming internships. Sometimes companies organize practical workshops at the university premises. They can assess students' level of knowledge, their potential and select the most dedicated ones as trainees and, possibly, as potential employees. Following practical workshops, selected students are invited to attend interviews and submit their resumes and applications.

As a communication channel, traineeships and internships are extremely important as it is through them that enterprises eventually hire new graduates. Although enterprises advertise their job opportunities in many ways (for example, private or public agencies, the internet), they still rely on their personal contacts for hiring employees [13]. It is particularly true for micro companies in which the most popular recruitment mechanism remains to be personal contacts. From the company's perspective, the main goal of an internship is to prepare a student to work independently after a month of training in the job. In most cases, the internship period is divided among different departments so that trainees spend an allocated amount of time in each department and to know the company's operations as a whole unit. It is a holistic approach that is very similar to medical school training when students and residents are rotated among different specialties to familiarize themselves with different body systems. The goal of preparing a student to work independently can be achieved through regular hands-on exposures to real-life work when a student acquires necessary skills and develop competencies. It is an absolute benefit of internship. Since by its nature the internship is about attracting potential workforce into the company, the company automatically employs the best students at the end of internship.

When being asked about the degree of graduates' preparedness for the position they are about to be hired for in the company, most employers acknowledge a high level of theoretical knowledge demonstrated by new graduates. However, young professionals often lack transferable skills. The world of business is convinced that such skills as team leadership, resilience, time management and creativity are crucial for student employability. These skills are important to companies as potential employers and they are willing to cooperate with universities in order to enhance this set of skills in students.

Skill-wise, how prepared are recent graduates for the jobs they are being recruited for?

Curriculum co-development, review, update and delivery (including trainings, joint course development, university lectures, practical teaching, development of degree programs, etc.).

UBC can help align curricula and the skills of graduates with the labour market, improving employment pathways for students, and recruitment for employers as well as lifelong learning programmes for business [12]. The curriculum development and delivery are also mainly related to large and medium-sized companies when experts from the business world participate in HE. It is a so-called 'size effect' [12], with larger HEIs and businesses cooperating more in UBC areas with a longer-term payoff such as education. Business representatives attend career fairs and work closely with career centres to fill their vacancies. Large and medium-sized companies are far more involved into curriculum development and implementation and development of trainings (for instance, offering short training courses) than small private organizations do.

The extent of this UBC mode depends on how engaged enterprises are in career offices, alumni networks, and teaching and research activities. Participation in innovation departments also determines this cooperation mode, but its effect is about four times less [18]. Although businesses are generally less interested in actively developing curriculum (company-delivered courses are rare), guest lectures are common. Universities invite company representatives to give lectures or organize presentations on specific topics.

Since companies consider HEIs a primary source of highly qualified workforce, they are willing to participate in curriculum development and graduate transition to the labour market. The biggest internal barrier for them, however, is slow procedures of curriculum amendment. The business world is developing too fast and the academic world is too conservative in order for them to speak the same language. The dissonating result is as such: the two partners speak different languages in their pursuit of different goals. The dissonating result is also that educators and employers operate in "parallel universes", with young graduates inhabiting a world of their own [19]. According to McKinsey's report [19], there is an astounding discrepancy between what HEIs think a new graduate should know to find a job and how employers and students themselves think about it. Specifically, 74 per cent of HEI providers are confident that the current university curriculum meets the market needs, while only 35 to 38 per cent of employers and graduates share the same sentiments.

Specifically for students with automation as a major, it is difficult to connect multiple technical courses they take and to envision a broader picture of how they fit into their specialty. That is why students find it challenging to choose elective courses when the time comes to do so among the options being offered to them. They decide on a course based on its popularity among other students (peer pressure) or do so intuitively rather than making an informed decision. However, it is not exclusively students' problem. While designing courses, educators provide their rationale in writing why they think these are important courses for them to teach and for students to take. However, educators do not always explain to their students how a particular course is integrated into the specialized training and why it is of value. There are some instructors who are deeply into the science they are doing and its theoretical premises that they disregard the practical component of the courses



they teach. As a result, graduates are hesitant (if not pessimistic) about the value of some of the courses they have taken for their future employment.

To collapse these “parallel universes” of theory-oriented HEIs and real-life industry, the prevailing debates are around the extent to which universities should adjust their curricula to the market. Should they preserve their traditional role of training specialists for lifelong careers or become business-supporting units [18]? Should HE shift towards being more practice-oriented? What are the boundaries of such a shift? What is the employer’s role in the development of graduates’ competencies? Practical body of knowledge accumulated by enterprises can complement formal university education that is otherwise solely theory-driven. Practical training and knowledge is particularly important for the world of business as opposed to “the exaggerated theoretical knowledge” offered by the university curriculum [13, p. 37].

The key question remaining open is whether and in what way the academic teaching style is suitable for training in companies. If it is truly compatible with and beneficiary for the business world, then enterprises should overcome their existing prejudices against HE. The HE curriculum should stay separate from the business world and, as such, governed traditionally as it has always been. If the academics’ approach cannot meaningfully contribute to the professional knowledge, then several options can be contemplated. The first option is to create standards for such capabilities development. The alternative option is for practitioners to engage – more formally and actively – into HE professional training. Along these lines, it is worth considering the development of national qualification tools [18].

We strongly believe that HE should be highly sensitive to the demands of a knowledge-based society, in general, and to the business needs, in particular. University courses in computer engineering, automation and computer-integrated technologies should be revised and updated at least once every two years (if not more often). In response to scientific innovations and labour market changes, new courses should be designed and offered both to students and the academia. It is also worth inviting field experts to co-design and co-deliver upgraded courses. This allows to augment personal relationships between the academia and business and stimulate further experience exchange between the two. The experience exchange is particularly valuable as it gives an opportunity of looking at the same task or problem from two distinct perspectives. As a result, future UBC findings and innovations can become richer, more encompassing and potentially more generalizable for other fields of knowledge and practice.

Universities should open up their communication channels with students and employers (as they are affected the most by university activities) and with the society at large. This will likely lead to a massive reconstruction of HEIs. As Epure [11] succinctly put it, the process should start at the top (among academics), not at the bottom (at industry-specific workplaces). Universities should conduct a broad range of industry-specific surveys among enterprises to get a clearer understanding of what skills employers cherish as essential for their work. The findings will largely inform the design of course load and its modes of delivery.

What is evident even at an early stage of European UBC development is the necessity to reconceptualize HE as such. And the onus is on HEIs as they need to embrace a shift from patent and knowledge transfer to a lifelong process of developing competencies. From the enterprises’ perspectives, the business world has always been practice- and profit-oriented. Entrepreneurs value a toolkit of skills, attitudes and competencies that are key for tackling their specific goals. They are not interested in investing – financially, resource- and timewise – in the existing body of theoretical knowledge that does not apply to them. Employers want to see tangible outcomes of business processes. The process of knowledge acquisition and dissemination for the sake of knowledge does not appeal to them. However, the opposite is true for universities with their focus on production of theoretical knowledge.

Lifelong learning (including adult education, short courses and training).

The last UBC mode is lifelong learning, including adult education. Similar to curriculum development, this mode is determined by structures and approaches that are related to competencies development and engagement in innovation departments [18]. The literature indicates that lifelong learning activities correlate negatively with enterprises’ experience of how flexible HEIs are. These days there exist so many alternative pathways (double or dual major study degrees, virtual learning, reverse mentoring, internships, part-time studies, etc.) that the leading role of university as a learning venue can be easily lost. UBC has permanently changed the perspective of modern higher education. UBC itself has outgrown the narrow boundaries of patent transfer into a process of competencies development as far as specific entrepreneurial skills and attitudes are concerned [20].

Government support for UBC.

There are different forms of government support with different longevity – from direct program spending and subsidies to fiscal (tax credits) and government research incentives. Tax credits can apply to a wide range of expenditures – from materials and supplies, salary and contract payments to capital expenditures and leases. What is important for the company is that unused tax credits can be carried back a specified number of taxation years and forward, also a specified number of taxation years. The government can offer accelerated 100% write-offs for eligible equipment.

For tax-based incentives, the government would want to see that SMEs increase the total amount of R&D investments. Companies can still allocate their funding between external (with university involvement) and internal (in-house) R&D activities based on what makes the most business sense [21]. However, little is known about the direct impact of tax-based incentives on UBC [21]. There is some risk that SMEs substitute internal R&D expenditures with external R&D investments.

With its programs for UBC support, the government aims at meeting several policy objectives, namely: 1) to encourage the private sector, especially small businesses, to pursue R&D activities; 2) to provide incentives of immediate benefit; 3) to



provide incentives that are simple to qualify for. Unfortunately, it is not enough for the government to make UBC a policy priority. Government agencies must also measure UBC progress and report it transparently to the general public.

Taking the partnership forward: UBC drivers.

When universities and their corporate partners decide to participate in UBC, they do not do so in isolation from the regional, national and even international contexts they are embedded into. In the literature, the notion of regional context is defined differently but usually spans over an administrative or territorial same-country region to a cross-border region [10]. The region can be well established in terms of UBC, with a high level of integration developed over many years. There might be strong regional coverage with networks for research commercialization. Or it can be that the business sector and the academics are at early stages of sparking UBC opportunities and supporting its long-term sustainability. In the first case scenario, the role of government is usually substantial, with regional and national support policies and public funding in place. Scientific and industrial hubs in the regions have also shown to contribute positively to UBC development [10].

It is also worth noting that UBC is likely to take place in specific economic sectors rather than others [21]. This trend alone has its implications: instead of promoting UBC across all the sectors, it is best to focus on those with market opportunity and business interest. But it does not negate the necessity of maintaining basic and fundamental research at a university level.

Mutual motivations are important drivers to strengthening collaborative links between universities and private companies. Among the key motivations, both from academic and business perspectives, are *professionalization of human resources*, *increased competitiveness*, *exploitation of research* and *service to society*. However, businesses and universities tend to have different motivations for UBC. The multiple surveys conducted in the UK, Australia, Canada and the US demonstrate that the business sector is mostly interested in gaining access to university facilities and talents. Increasing profitability is not among their top priorities [21]. Businesses consider university long-term orientation to research when projects have long time frames, as a barrier to cooperation.

At the current stage of UBC development in the Ukraine characterized by **no or very minimal government support of UBC**, we see **three possible scenarios** of taking partnership in automation further for the Ukrainian small and medium-sized enterprises. Our focus is on small and medium-sized business since the literature indicates that companies of these sizes barely or insufficiently participate in UBC activities. However, the literature indicates that company size is not a reliable predictor for innovation. Due to their greater profit margin, large companies spend more on R&D. Moreover, when allocating their R&D investments, large enterprises fully account for the presence of and access to leading universities. That having been said, it does not mean that SMEs are intrinsically less innovative [21].

Scenario 1: SMEs have no or limited R&D capacity of their own and would like to gain exposure and access to academic expertise on automation, for example, data analytics. As an inherently digital field, automation requires new combinations of skills that are complementary to the company's own competencies [22]. SMEs can also be interested in increasing their market competitiveness by developing new or improving existing automation technologies. Sometimes, SMEs are faced with industrial, real-life challenges and explore solutions that academics with complementary skills and a richer pool of expertise might provide them with. SMEs place task-specific orders with universities, whether they be R&D-related activities and/or employees' training. SMEs fully fund projects. As high-profile institutions, universities, on the other hand, are responsible for testing all the findings on their or other organizations' premises, if needed.

If automation transfer activities are effective for SMEs, universities provide training to SMEs' personnel to ensure that their innovations can be successfully applied on the company premises. Universities also provide an ongoing technical assistance to the company as part of their UBC agreement. It can take a form of consultancy services provided by academic researchers to their business partners or other external enterprises. This allows to continuously improve *professionalization of human resources* on both ends. The faculty are given multiple opportunities to immerse themselves into cutting-edge, real-life research questions. Both parties have more opportunities to use each other's institutional data as well as research and industrial facilities. As a consequence of collaborative work, new research topics arise; new research ideas are generated; and follow-up research projects are planned. There is a clear increase in such research outputs as joint patents, doctoral degrees awarded and PhD thesis publications as well as conference and journal papers. In other words, further fruitful and sustainable collaboration is likely to happen.

Scenario 2: The university and the company develop a collaborative research project together. The project is fully funded by the company that is much more involved into it than in the first scenario. Commitment and interdependence are key words here; it is a very intensive and dense involvement on both ends. This may include sharing tasks and responsibilities, overcoming challenges as well as acknowledging partner's input into the success. The company might have some interim, practice-based results that need to be further elaborated on. It is true that the company is interested in strengthening its R&D capacity while the university gets an additional source of funding. The company seeks maximum implementation of research results in its industrial processes and on its premises. As long as partners are dedicated to building trustful relationship, some divergence in their goals should not be a problem.

Scenario 3: Academia has ready-to-use innovative products, licenced patents and automation technologies that they are willing to offer to SMEs in exchange for: 1) some funding; and 2) an opportunity for students and faculty to use company's premises and automation equipment for internships. Academia gets access to industrial expertise while the business sector gets a lot of exposure to specialized scientific knowledge. Both partners benefit from organizational and personal networks made available to them [10].

The third scenario is an antipode to the notorious "European paradox". European countries (and the Ukraine is not an



exclusion from the list) are accused of failing to implement scientific innovations into practice. Scenario 3 does exactly the opposite – it implements patented innovations and cutting-edge, interdisciplinary research into industry.

Regardless of the scenario chosen, universities and businesses are often driven by *exploitation of research* and *service to society* as part of their organizational strategy. Service to society, as elevated as it might be first perceived, is about training highly qualified specialists, on both ends, and facilitating industrial processes through automation, on business end. As a result of UBC activities completed through the three pathways, SMEs are able to economically exploit research. At the same time, universities are able to attract more funding from diversified sources rather than being completely dependent on government financing. This allows to secure steady financial flow for medium- and long-term research projects. Ensuring continuous funding is particularly important for academia as it has been a challenge for some universities [10]. To cope with it, they actively seek opportunities to broaden their funding sources.

Increased competitiveness applies to both, too. After successful collaborative research, universities become more reputable and, therefore, more visible to other stakeholders. Common activities between the university and the company attract more prospective students who then apply to the particular university. It is particularly important for universities who compete for students nowadays. Once the university reputation is built up, new companies are more willing to engage into collaborative research activities. Other universities start considering UBC opportunities as well.

Conclusion. Both parties – universities and businesses – recognize the importance of cooperation. However, companies do not rely on UBC as a major source of their workforce and innovative business processes. Companies are focused on their short-term benefits and expect tangible, profit-bringing results (for example, a better return on investment in R&D). The business is always preoccupied with the benefit of a project, i. e., why it is good for them. Universities, conversely, are more interested in strategic planning and long-term goals; they are wondering about new results and want to publish confidential data [13]. The lack of shared values and mutual interests as well as different time horizons can make UBC problematic. This trend indicates that universities still have a long way to go before they can meet the needs of their business partners. Efficient and effective partnerships can only be based on common interests and shared ideas with added value for both partners. They should jointly own the results of their success (along the five UBC activities) and share responsibility for their failures. Some SMEs do not want to work with universities because they fail to see the added value of such cooperation. Universities need to be persuasive about UBC benefits, and this task alone turns out as a challenge.

References

- [1] Matthews, A., McLinden, M., & Greenway, C. (2021). Rising to the pedagogical challenges of the Fourth Industrial Age in the university of the future: an integrated model of scholarship. *Higher Education Pedagogies*, 6(1), 1-21. <https://doi.org/10.1080/23752696.2020.1866440>
- [2] Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution* (First U.S. ed.). New York: Crown Business.
- [3] Seldon, A., & Abidoye, O. (2018). *The fourth education revolution: Will artificial intelligence liberate or infantilise humanity*. Buckingham: The University of Buckingham Press.
- [4] T.E. Duncan, B. Pasik-Duncan: Adaptive control of continuous time stochastic systems, *J. Adapt. Control Signal Process.* 16, 327–340 (2002). <https://doi.org/10.1002/acs.712>
- [5] E.L. Boyer: *Scholarship Reconsidered: Priorities of the Professoriate* (Princeton Univ. Press, Lawrenceville 1990).
- [6] Peters, M.A., Jandrić, P., & Means, A.J. (eds.). (2019). *Education and technological unemployment*. Singapore: Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-6225-5>
- [7] Stanford2025, “Learning and Living at Stanford – An Exploration of Undergraduate Experiences in the Future,” June 01, 2013, <http://www.stanford2025.com>.
- [8] Penprase, B. E. (2018). The fourth industrial revolution and higher education. *Higher education in the era of the fourth industrial revolution* (Ed. Nancy W. Gleason), p. 207. https://doi.org/10.1007/978-981-13-0194-0_9
- [9] Aoun, *Robot-Proof: Higher Education in the Age of Artificial Intelligence* (Cambridge: MIT Press, 2017), 69. <https://doi.org/10.7551/mitpress/11456.001.0001>
- [10] Borrell-Damian, L., Morais, R., & Smith, J. H. (2014). *University-business Collaborative Research: goals, outcomes and new assessment tools* The EUIMA Collaborative Research Project Report.
- [11] Epure, M. (2017, July). University-business cooperation: adapting the curriculum and educational package to labor market requirements. In *Proceedings of the International Conference on Business Excellence* (Vol. 11, No. 1, pp. 339-349). Sciendo. <https://doi.org/10.1515/picbe-2017-0036>
- [12] Davey, T., Meerman, A., Galan Muros, V., Orazbayeva, B., & Baaken, T. (2018): *The State of University- Business Cooperation in Europe. Executive Summary*. Accessed: July 10, 2021.
- [13] Andreeva, G., Paunova, N., Verger, R. F., Simán, E., Bık, M., Buze, A., ... & Calero, M. V. (2015). *Emerging Modes of Cooperation between Private Sector Organisations and Universities*.
- [14] Compagnucci, L., & Spigarelli, F. (2020). The Third Mission of the university: A systematic literature review on potentials and constraints. *Technological Forecasting and Social Change*, 161, 120284. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120284>
- [15] Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D’este, P., ... & Sobrero, M. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. *Research policy*, 42(2), 423–442. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.09.007>



- [16] Tom Abate, “New Bioengineering Major culminated department’s evolution,” October 22, 2015, <https://engineering.stanford.edu/news/new-bioengineering-major-culminateddepartment-s-evolution>.
- [17] Mammino, L., & Zunin, V. G. (2015). Worldwide trends in green chemistry education Cambridge, UK: Royal Society of Chemistry.
- [18] Pavlin, S. (2016). Considering university-business cooperation modes from the perspective of enterprises. European journal of education, 51(1), 25-39. <https://doi.org/10.1111/ejed.12163>
- [19] McKinsey Center for Government (2012). Education to employment: Getting Europe’s youth into work. http://www.mckinsey.com/insights/social-sector/converting_education_to_employment_in_europe.
- [20] Rudawska, I., & Kowalik, J. (2019). Towards university-business cooperation: Key drivers, barriers and modes. International Entrepreneurship Review, 5(2), 91–105. <https://doi.org/10.15678/IER.2019.0502.06>
- [21] Government policies to encourage university-business research collaboration in Canada: Lessons from the US, the UK and Australia (2011).
- [22] OECD. (2019). University-Industry Collaboration New Evidence and Policy Options. OECD Publishing.

Отримана в редакції 06.07.2021. Прийнята до друку 23.08.2021. Received 06 July 2021. Approved Approved 23 August 2021. Available in Internet 31 September 2021.

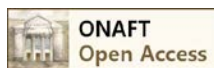
УДК 528.94:378.015.311:378.091.212.2(477.74)

РОЗРОБКА ІНТЕРАКТИВНОЇ КАРТИ АБИТУРІЄНТА ОДЕСИ

Науменко О.М.¹, Мельник К.В.², Попков Д.М.³

^{1,2,3} Одеська національна академія харчових технологій, Одеса, Україна
E-mail: ¹ naumenko.a.n.00@gmail.com, ² ksmelnikv1@gmail.com

Copyright © 2021 by author and the journal “Automation of technological and business – processes”.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI: 10.15673/atbp.v13i3.2148

Анотація. Дана робота присвячена розробці веб-ресурсу, який автоматизує пошук інформації про заклади вищої освіти та вступу до них. Об’єктом дослідження виступають заклади вищої освіти та спеціалізації, які можна здобути абітурієнтам. Завданням проектування є розробка серверної частини веб-ресурсу, що взаємодіє з базою даних. Після дослідження основних проблем предметної області, аналізу аналогів та вибору засобів реалізації, було розроблено базу даних та функціонал веб-сайту. У якості системи управління базою даних було обрано MySQL з веб-додатком для її адміністрування Phpmadmin. Для реалізації інтерфейсу було обрано мову гіпертекстової розмітки HTML, каскадні таблиці стилів CSS та фреймворк Bootstrap, що використовує сучасні напрацювання в області HTML та CSS. Для написання функцій було обрано мову програмування PHP та скриптову мову JavaScript.

Наукова значимість розробки полягає у чіткій та детальній структуризації необхідної інформації щодо закладів вищої освіти м.Одеси на єдиному інформаційному ресурсі. У результаті виконання роботи було створено веб-ресурс з картою абітурієнта Одеси, що відповідає всім вимогам для зберігання та структуризації інформації.

Даний веб-сайт підтримується всіма сучасними браузерами, що робить його доступним усім користувачам мережі Інтернет.

Abstract. This work is devoted to the development of the web resource, which automates the search for information about higher education institutions and admission to them. The object of the study are institutions of higher education and specialization, which can be obtained by applicants. The task of design is to develop a server part of a web resource that interacts with the database. After researching the main problems of the subject area, analysis of analogues and the choice of means of implementation, a database and functionality of the website were developed. MySQL with a web application for its administration Phpmadmin was chosen as the database management system. To implement the interface, the language of hypertext markup HTML, cascading tables of CSS styles were chosen and the Bootstrap framework, which uses modern developments in the field of HTML and CSS. PHP programming language and JavaScript scripting language were chosen for writing functions.



The scientific significance of the development lies in the storage of all necessary information on higher education institutions in Odessa, Ukraine on a single information resource. As a result of the work, a web resource with a map of the entrant of Odessa was created, which meets all the requirements for storage and structuring of information.

This website is supported by all modern browsers, which makes it accessible to all Internet users.

Ключові слова: Веб-ресурс, заклади вищої освіти, система управління базою даних, карта абітурієнта Одеси, браузер.

Keywords: Web resource, institutions of higher education, database management system, map of the entrant of Odessa, browser.

Вступ

Місто Одеса (Україна) нараховує велику кількість закладів вищої освіти (ЗВО). Вони постійно перебувають у пошуку абітурієнтів і намагаються звернути увагу учнів шкіл на заклад та професію, яку вони будуть обирати. Також ЗВО проводять певні заходи, які називають профорієнтаційними. Основне завдання профорієнтації у школі – професійна освіта та визначення здібностей і професійних намірів учнів[1].

Для огляду поточної ситуації щодо вибору майбутньої професії, було опитано 328 респондентів (учнів 10-11 класів¹).

З опитування було виявлено, що майбутні абітурієнти виділили для себе наступну інформацію, яку вони шукають на сайтах, а це саме:

- перелік зовнішнє незалежне оцінювання (ЗНО) по спеціальностям;
- перелік факультетів;
- перелік спеціальностей;
- вартість навчання;
- наявність бюджету;
- перелік професій;
- місцезнаходження на мапі міста;
- дні відкритих дверей у закладах.

Саме цю інформацію у першу чергу шукають відвідувачі сайтів. Слід зауважити, що жоден з ресурсів, який є зараз у просторі інтернету, не надає функцію перегляду усіх навчальних закладів міста Одеси (Україна) на одній мапі, хоча 84,8% опитаних вважає, що така функція буде доречною.

Мета і завдання розробки – розробити клієнтську та серверну частини для інтерактивної карти абітурієнта Одеси, що надає можливість надавати актуальну інформацію про заклади вищої освіти та професії, які там можна здобути.

Теоретична частина

Професійна орієнтація - це система заходів, що сприяє особі обрати її подальшу професію. В залежності від обраної професії, або сфери, людина обирає заклад вищої освіти для подальшого навчання. Згідно з опитуванням учнів 10-11 класів, більшість з них використовували саме сайти для пошуку інформації про заклади вищої освіти та спеціальності, що вказує на популярність інформаційних ресурсів. Більшість з них використовувати власне сайти закладів освіти. Тобто переглядали усі сайти тих закладів, які привернули увагу для вступу та вважають їх корисними.

Головна інформація про заклади вищої освіти зазвичай знаходяться на веб-ресурсах. Зазвичай, кожен заклад має власний інформаційний ресурс, але існують і інші ресурси, де можна побачити інформацію про всі заклади вищої освіти разом, що є корисним для тих, хто обирає заклад для майбутнього навчання.

Інформація на сайтах повинна бути доступною, структурованою та вичерпаною. Більшість закладів вищої освіти мають певну структуру на сайті, щоб надати якомога більше корисної інформації і щоб її було зручно шукати. Велика перевага у використанні інформаційних технологій у даній сфері - зручне та швидке оновлення інформації. Завдяки сучасним технологіям працювати з інформацією на сайті стало дуже просто та може навіть не потребувати допомоги спеціалістів.

Для порівняння аналогів, були обрані 3 інформаційних ресурси, які є популярними та знаходяться на перших сторінках пошукової сторінки. Аналіз аналогів дозволив ознайомитись з основними порталами даної тематики, порівняти їх та виділити основні недоліки та вимоги для розробки нового ресурсу.

Порівнювати та аналізувати сайти будемо по наступним критеріям: наявність сторонньої реклами, її доречність та кількість, якість структуризації інформації, функціонал: наявність пошуку, наявність сортування, наповненість інформацією та її якість.

Перший аналог, який буде розглянуто - abiturients.info[2]. Серед переваг даного ресурсу: інформація структурована, сайт має пошук, на сайті достатньо багато інформації про заклад вищої освіти, на сторінці закладу є порівняльна таблиця. До недоліків можна віднести: наявність реклами, пошук працює повільно, інколи може не спрацювати.

Розглянемо наступний аналог – kakucheba.com.ua[3]. Даний інформаційний ресурс є навчальним. Серед переваг даного ресурсу можна виділити: інформація гарно структурована, швидкий пошук. Недоліки сайту: наявність реклами

¹ система класів наведена згідно чинного законодавства України



на сайті, яка не має відношення до тематики сайту, інформація неповна, інформація доступна до редагування звичайними користувачами, що становить загрозу її достовірності, застарілі дані про умови вступу.

Останній аналог - Вступ.ОСВІТА.UA[4]. Переваги ресурсу: багато необхідної інформації, зручний пошук. Недоліки: не зовсім зручне використання, містить не всі заклади вищої освіти, відсутня деяка інформація. Немає навігації по сайту та переліку всіх спеціальностей та даних.

Переглянувши всі аналоги, можна зробити висновки та занести їх у порівняльну таблицю (таблиця 1).

Таблиця 1 – «Порівняльна таблиця розглянутих аналогів»

Назви критеріїв	Назви аналогів		
	abiturient.info	kakucheba.com.ua	Вступ.ОСВІТА.UA
Наявність реклами, її доречність та кількість	мала кількість, відповідає тематиці сайту	мала кількість, зустрічається реклама не по темі	є можливість розміщення реклами, зараз реклама відсутня
Якість структуризації інформації	гарно структурована, є порівняльна таблиця	гірше структурована, немає порівняння	гарно структурована, немає порівняння
Функціонал	пошук, коментарі, порівняння, додавання в закладки	пошук, оцінка закладу, відмітка «подобається», можливість редагувати інформацію	сортування, пошук, додавання в закладки
Наповненість та якість інформації	інформації багато, вона актуальна, є порівняльна таблиця	інформації менше, частково застаріла	інформації багато, відсутні деякі заклади та спеціальності

Усі обрані сайти мають майже однаковий концепт, але реалізований він по-різному. Можна побачити, що хоча сайти схожі за темою, але різні за підходи, тому з'являються різні особливості, які можуть як покращувати сторінку, так і погіршувати.

Практична частина

Для розробки проекту були розглянуті наступні інструменти: редактор PhpStorm, редактор Sublime Text, СУБД PostgreSQL та веб-додаток для адміністрування бази даних Phpmyadmin.

На рисунку 1 зображена інформаційна модель системи, взаємодія між користувачем та інформаційним ресурсом, між ресурсом і базою даних. Система складається з трьох модулів – клієнтського, серверного та модуля бази даних. Кожний з модулів слугує для виконання певних операцій.

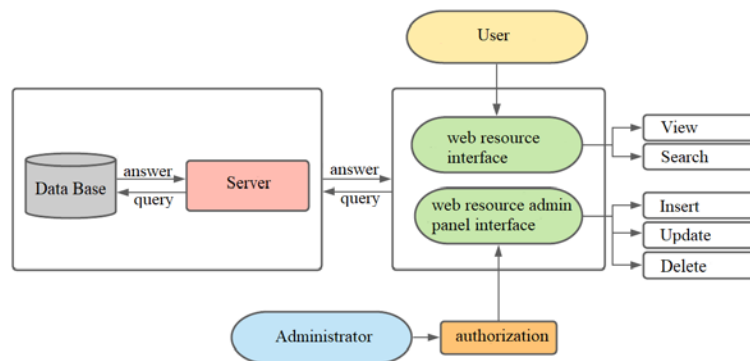


Рис. 1 – Інформаційна модель системи

Клієнтський модуль необхідний для взаємодії користувача з сайтом. Клієнтський модуль взаємодіє з базою даних в обидві сторони для надання повної інформаційної підтримки користувача.

Також за допомогою зв'язку з базою даних можна переглядати, редагувати, додавати і видаляти інформацію з бази користувачем.

Для захисту інформації права на сайті були розділені на звичайного користувача та адміністратора сайту. Користувач сайту може тільки переглядати інформацію. Адміністратор сайту – змінювати дані на сайті.



Для зберігання інформації для сайту була створена база даних, яка задовольняє всі потреби користувача та адміністратора інформаційного ресурсу. На рисунку 2 зображена схема бази даних зі зв'язками.

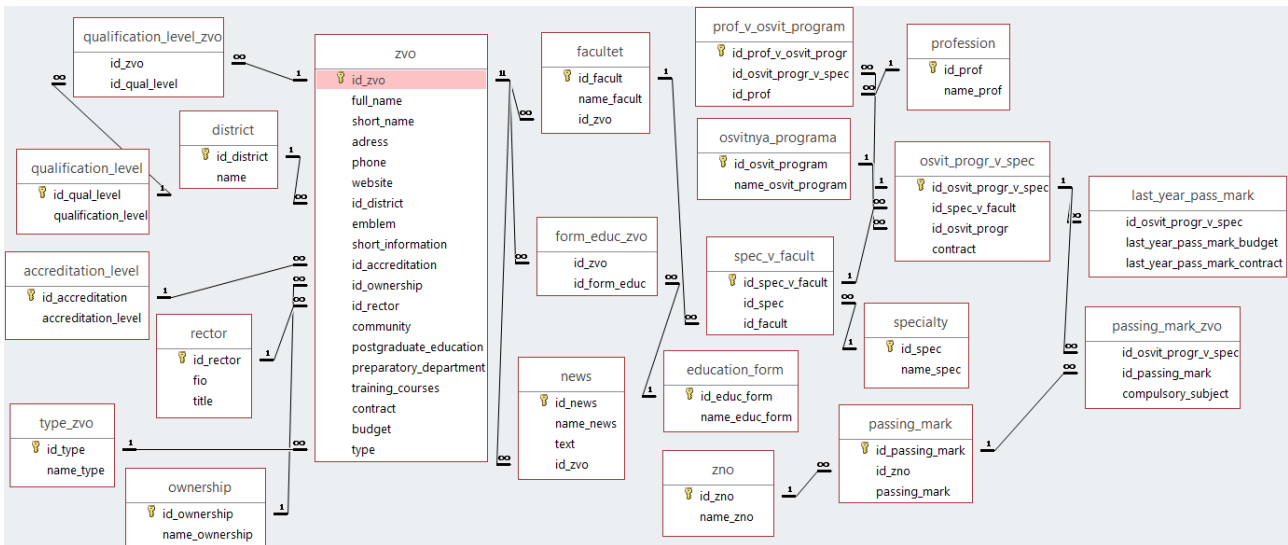


Рис. 2 – Схема бази даних

База даних містить 22 таблиці та зв'язки між таблицями «один до багатьох». База даних містить всю необхідну інформацію про заклади вищої освіти для виведення на інформаційний ресурс. База даних відповідає 3 нормальній формі, оскільки кожне поле має атомарне значення, таблиці мають первинний ключ та зв'язки між таблицями усі типу «один-до багатьох», та була розроблена відповідно усім правилам.

У базі є декілька головних таблиць – «zvo»/«ЗВО» та «osvit_prog_v_spec»/«освітня програма в спеціальності». Вони є головними, оскільки таблиця «zvo» містить усю головну та контактну інформацію закладу вищої освіти, а таблиця «osvit_prog_v_spec» - дані про спеціальності у факультетах, освітні програми, та усю іншу інформацію щодо навчання.

При розробці інтерфейсу була використана мова розмітки HTML, каскадні таблиці стилів CSS, скриптову мову JavaScript та фреймворк Bootstrap, який використовує сучасні напрацювання в області CSS і HTML, а використання фреймворків і бібліотек значно полегшує роботу. Завдяки використанню технологій CSS та Bootstrap інтерфейс сайту було розроблено адаптивним та кросбраузерним.

Інтерфейс на сайті був розроблений за допомогою технології бутстрап, яка використовує контейнери, систему сіток, колонки. Контейнер є головним будівельним блоком, який містить контент, вирівнює його на пристроях або в областях перегляду. Він є базовим елементом і його використання необхідно при роботі з системою сіток. Система сіток робить вміст сайту чуйним, контейнер розташовується по центру сайту, рядки служать обгорткою для стовпців, в кожному рядку є 12 гнучких стовпців.

Зв'язок з базою даних виконується за допомогою php, що дозволяє використовувати інформацію, яка там зберігається. Для підключення бази даних було створено окремий файл.

Одна з головних функцій на сайті – пошук закладів вищої освіти за професіями, які там можуть надаватись.

Пошук був написаний за допомогою серверної мови програмування PHP та мови програмування JavaScript. Для реалізації даної функції також було використано запит, який виводить необхідні дані з БД, таким чином було використано мову запитів SQL.

Наступна функція – параметричний пошук ЗВО. Даний пошук фільтрує інформацію з бази даних за певними умовами до даних. Для створення даного пошуку було виділено наступні параметри: ціна навчання, наявність бюджетної/ контрактної форми навчання, форма власності ЗВО (державна/ приватна), спеціальність навчання, наявність гуртожитку. Для реалізації було використано серверну мову програмування PHP та мову запитів SQL.

Параметричний пошук взаємодіє з інтерфейсом веб-сторінки, де знаходяться необхідні поля, які передають значення для коректної роботи пошуку. Код написаний таким чином, що функція пошуку «збирає» запит для виведення результату, коли хоча-б один параметр заповнений.

Для створення інтерактивної карти з розташуванням всіх закладів вищої освіти використовувався сервіс «Google Maps» та додана на сайті за допомогою html-тегу <iframe>. На карті розташовані маркери за адресами та повна інформація про ЗВО. Також сервіс дозволяє отримати доступ до рейтингу та зображень закладів.

Веб-ресурс проходив тестування на безкоштовному хостингу BeGet.com. Даний хостинг дозволяє розмістити сайт у мережі та презентувати його замовнику. Для використання даного хостингу потрібно зареєструватись на офіційній сторінці, після цього можна використовувати його для свого програмного продукту. Після реєстрації можна завантажувати базу даних та файли сайту та користуватися їм у мережі. Даний хостинг використовувався у тестовому режимі.



Сайт було розміщено на платному хостингу HostiQ. Даний хостинг дозволяє розмістити сайт у мережі та надати вільний доступ. Для використання даного хостингу потрібно зареєструватись на офіційній сторінці, обрати один з пакетів для користування та зареєструвати домен. Після оплати на пошту прийде повідомлення з логіном та паролем для особистого кабінету, в особистому кабінеті є вся головна інформація та панель керування. У панелі керування відбувається робота з сайтом: робота з базою даних, завантаження файлів сайту, налаштування пошти. Для забезпечення безпеки передачі даних між браузером і сервером був підключений довірений SSL-сертифікат Let's Encrypt, що забезпечує https-підключення до сайту без будь-яких помилок.

Результат

Розроблений програмний продукт є веб-ресурсом для професійної орієнтації школярів та абітурієнтів. Сайт дозволяє переглядати інформацію про заклади вищої освіти, їх факультети, спеціальності, освітні програми та професії. Для того, щоб вільно користуватись даним ресурсом слід мати будь-який браузер та мережу інтернет. Використовувати можна будь-який браузер та на будь-якому пристрої, оскільки сайт був розроблений кросбраузерним та адаптивним.

Щоб почати користуватися, необхідно прописати адресу в браузері, де розміщений ресурс, або перейти за відповідним посиланням. Першою сторінкою при завантаженні є "Головна", яка зображена на рисунку 3. У верхній частині сторінки знаходиться кнопка швидкого доступу до головної сторінки. Ця кнопка доступна з будь-якої сторінки цього сайту, що робить її у швидкому доступі користувачеві для його зручності.

Нижче знаходиться банер сайту, що відображає назву проекту та логотип замовника даного веб-ресурсу. Під даним розділом сайту зберігається слайдер з новинами ЗВО, під яким знаходиться меню сайту, яке містить швидкий доступ до наступних розділів: головної сторінки, переліку ЗВО, мапи закладів міста Одеси, інформації про сайт та інструкції.

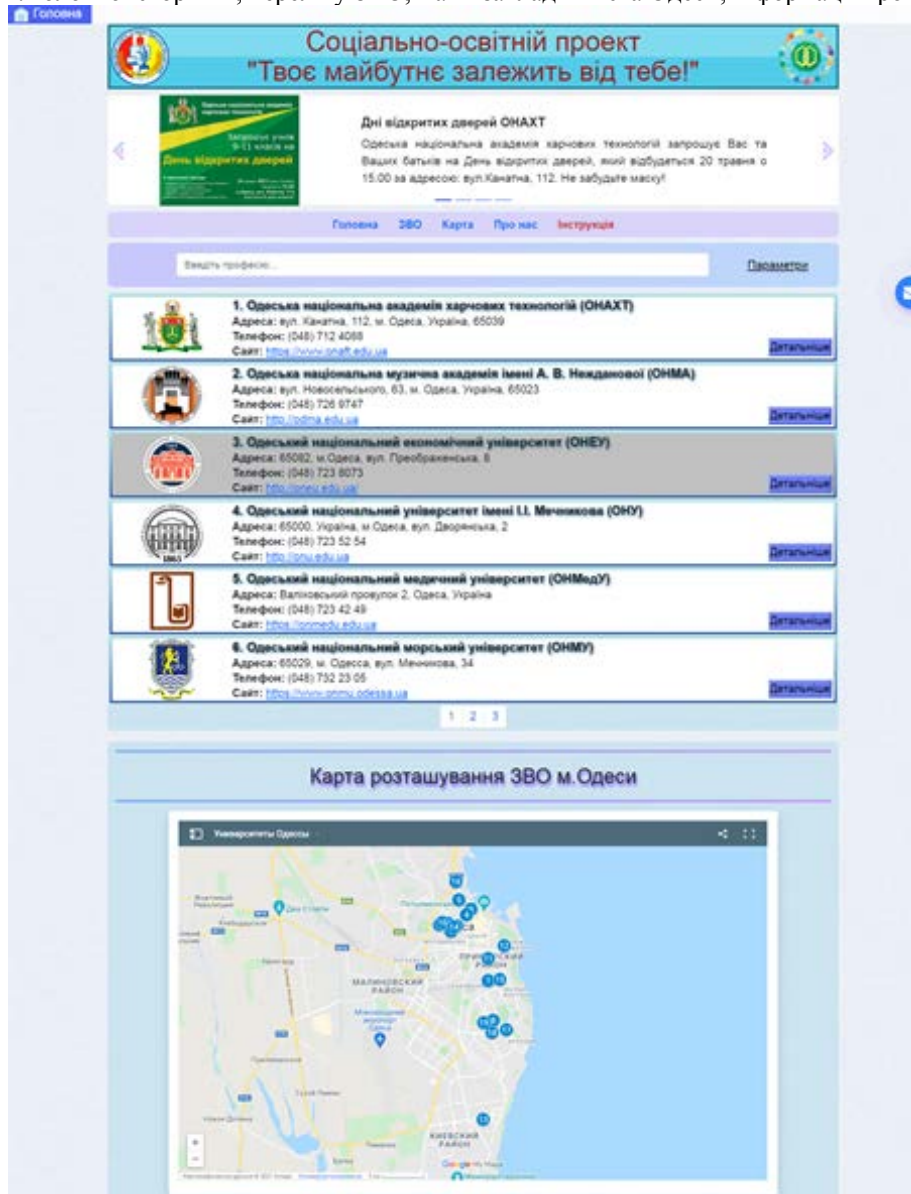


Рис. 3 - Головна сторінка сайту



Для використання пошуку за професіями слід у спеціальне поле почати вводити її назву, а сайт починає генерувати результат у вигляді списку закладів і факультетів.

Якщо натиснути на “Параметри”, то можна знайти заклад за наступними параметрами: назва спеціальності, початкова та кінцева вартість контрактного навчання, основа навчання, тип власності та наявність гуртожитку.

На кожній сторінці є кнопка, яка розташована справа, щоб надати можливість користувачеві написати на пошту. При натисканні на кнопку відкривається вікно з формою для відправки повідомлення на пошту.

Щоб перейти на окремі сторінки ЗВО необхідно натиснути на кнопку «Детальніше», яка розташована на картках з кожним закладом. Сторінка ЗВО містить головну та контактну інформацію, опис, таблиці з характеристиками, карту, перелік факультетів, який оформлений у вигляді списку, що розкривається та підвал. В середині списку кожного факультета - таблиця з переліком спеціальностей, а саме: номер, назву спеціальності та опис, який містить освітню програму, професії, вартість, прохідний бал, предмети та предмети на вибір.

Висновки

У результаті було розроблено унікальний та актуальний веб-ресурс, який відповідає поставленим вимогам. Всі поставлені цілі та задачі досягнуті та виконані. Розроблений ресурс проходив тестування протягом року і отримав схвальні відгуки від керівництва департаменту освіти та науки Одеської міської ради. Технології для розробки були обрані за актуальність, зручність у роботі та підтримку на платному хостингу. Усі використані технології є безкоштовними. Для створення ефективного веб-ресурсу комбінується PHP і JavaScript скрипти. Оскільки, скрипти JavaScript виконуються на машині клієнта, в той час як PHP серверна мова програмування. Був придбаний платний хостинг, зареєстрований офіційний домен та перенесені файли сайту разом з базою даних. Сайт має постійну підтримку, яка спрямована на забезпечення актуальності інформації, бездоганної роботи і вдосконалення ресурсу. У майбутньому розглядається розширення функціоналу.

На сьогоднішній день, без жодного SEO-просування, сайт знаходиться на 1 сторінці у пошуковій системі Google та його відвідали більш ніж 33 тисячі людей.

Список використаних джерел

- [1].Словник термінів інтернет-реклами і SEO [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.russianpromo.ru/wiki/>
- [2].Що таке хостинг і чому він потрібен вашому сайту? [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://internetdevels.ua/blog/what-is-web-hosting>
- [3].Футер [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://wiki.rookee.ru/footer/>
- [4].Освіта в Україні – Освіта.ua. Професійна орієнтація: суть, завдання та основні принципи. Реферат [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ru.osvita.ua/vnz/reports/sociology/30007>
- [5].Довідник навчальних закладів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://abiturients.info/uk>
- [6].Каталог усіх навчальних закладів України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.kakucheba.com.ua>
- [7].Керівництво по PHP [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.php.net/manual>
- [8].JET BRAINS. PhpStorm. Редактор PHP-коду [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.jetbrains.com/ru-ru/phpstorm/features/php_code_editor.html
- [9].Sublime Text [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sublimetext.com/>
- [10]. Документація до PostgreSQL 12.5 [Електронний ресурс] // The PostgreSQL Global Development Group. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://postgrespro.ru/media/docs/postgresql/12/ru/postgres-A4.pdf>
- [11]. Phpmyadmin. Документація [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.phpmyadmin.net/uk/latest/intro.html>

References

- [1].Slovnnyk terminiv internet-reklamy i SEO [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu do resursu: <https://www.russianpromo.ru/wiki/>
- [2].Shcho take khostynh i chomu vin potriben vashomu сайту? [Elektronnyi resurs] - Rezhym dostupu do resursu: <https://internetdevels.ua/blog/what-is-web-hosting>
- [3].Futer [Elektronnyi resurs] - Rezhym dostupu do resursu: <https://wiki.rookee.ru/footer/>
- [4].Osvita v Ukraini – Osvita.ua. Profesiina oriientatsiia: sut, zavdannia ta osnovni pryntsypy. Referat [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu do resursu: <https://ru.osvita.ua/vnz/reports/sociology/30007>
- [5].Dovidnyk navchalnykh zakladiv [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu do resursu: <https://abiturients.info/uk>
- [6].Kataloh usikh navchalnykh zakladiv Ukrainy [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu do resursu: <http://www.kakucheba.com.ua>
- [7].Kerivnytstvo po PHP [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu do resursu: <https://www.php.net/manual>
- [8].JET BRAINS. PhpStorm. Redaktor PHP-kodu [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu do resursu: https://www.jetbrains.com/ru-ru/phpstorm/features/php_code_editor.html



[9]. Sublime Text [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu do resursu: <https://www.sublimetext.com/>

[10]. Dokumentatsiia do PostgreSQL 12.5 [Elektronnyi resurs] // The PostgreSQL Global Development Group. – 2015. – Rezhym dostupu do resursu: <https://postgrespro.ru/media/docs/postgresql/12/ru/postgres-A4.pdf>

[11]. Phpmyadmin. Dokumentatsiia [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu do resursu: <https://docs.phpmyadmin.net/uk/latest/intro.html>

Отримана в редакції 08.07.2021. Прийнята до друку 23.08.2021. Received 08 July 2021. Approved Approved 23 August 2021. Available in Internet 31 September 2021.

УДК. 621. 311.

ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В ОБ'ЄДНАНІЙ ЕНЕРГОСИСТЕМІ УКРАЇНИ СТАБІЛЬНОСТІ ЧАСТОТИ НА РІВНІ ЕНЕРГООБ'ЄДНАННЯ ENTSO-E

Ленчевський Є.А.¹, Годун О.В.², Новіков П.В.³

¹Інститут загальної енергетики НАН України, вул. Антоновича, 172, м. Київ, 03150, Україна

²Науково-технічний центр ДП НАЕК «Енергоатом», вул. Гоголівська, 22/24, м. Київ, 01032, Україна

³Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», пр. Перемоги 37, м. Київ, 03056, Україна

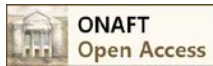
ORCID: ¹0000-0001-7951-508X, ²0000-0001-9447-7560, ³0000-0002-2790-5809

E-mail: ¹e.lenchevsky@gmail.com, ³p.novikov@kpi.ua

Copyright © 2021 by author and the journal “Automation of technological and business – processes”.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI: 10.15673/atbp.v13i3.2147

Анотація. У статті розглянуто перспективну можливість вирішення актуального для об'єднаної енергосистеми України питання щодо досягнення в останній високі показники стабільності її частоти. Відомо, що досягнути високих показників стабільності частоти намагались і за існуючих традиційних методів їх формування однак, навіть на протязі декількох останніх десятиліть зробити це так і не вдалося. За результатами проведених в роботі досліджень визначено, що досягнути високих показників стабільності частоти в об'єднаній енергосистемі буде цілком можливо навіть в умовах її самостійної роботи, якщо у місцевих енерговузлах, що живляться безпосередньо від станції АЕС, забезпечити відповідні умови для формування резервів маневрених потужностей, які будуть використовувати у процесах первинного, вторинного і третинного регулювання частоти. В роботі науково обгрунтовано і перспективну можливість створення на станціях АЕС принципово нової системи протидії процесам збурення режиму. Нова система в разі появи в об'єднаній енергосистемі процесу збурення її режиму здатна буде вчасно і адекватно виконувати протидію цьому процесу, що забезпечить можливість збереження попередньо встановленого в енергосистемі режиму із попередньо встановленим значенням частоти. Можна передбачити, що за створення нових систем керування процесами первинного, вторинного і третинного регулювання частоти безпосередньо у електромережі АЕС стане цілком можливим досягнути в об'єднаній енергосистемі України нових високих показників стабільності частоти, що відповідатимуть рівню її стабільності в енергооб'єднанні ENTSO-E. Висока енергетична ефективність визначеного перспективного напрямку щодо використання електротеплових генераторів в процесах управління режимом енергосистеми була підтверджена результатами проведених досліджень, тому саме цей напрямок повинен стати одним із пріоритетних у планах подальшого розвитку ОЕС України.

Abstract. The paper considers a promising opportunity to address the issue relevant to the unified power system of Ukraine to achieve high stability in the latter. Attempts have been made to achieve high rates of frequency stability with the existing traditional methods of their formation, however, for the last few decades it has not been possible to do so. According to the results of research, it is determined that to achieve high frequency stability in the integrated power system will be possible even in the conditions of its independent operation, if the local power units supplied directly from the NPP, to provide



appropriate conditions for the formation of shunting reserves, which will be used in the processes of primary, secondary and tertiary frequency control. The paper also scientifically substantiates the promising possibility of creating a fundamentally new system of counteracting the processes of regime disturbance at NPP stations. The new system will be able to counteract this process in a timely and adequate manner in the event of a disturbance process in the integrated power system, which will ensure the possibility of maintaining the pre-set mode with a pre-set frequency value. It can be predicted that with the creation of new control systems for primary, secondary and tertiary frequency control directly at NPP stations it will be possible to achieve high frequency stability in the integrated power system of Ukraine, which will correspond to the level of stability in ENTSO-E. The high energy efficiency of the identified promising direction for the use of electric heat generators in the management of the power system was confirmed by the results of research, so this area should become one of the priorities in the plans for further development of the UES of Ukraine.

Ключові слова: об'єднана енергосистема України, електротеплові генератори, еквівалентний генератор, момент інерції енергосистеми, системи регулювання частоти і потужності.

Key words: united power system of Ukraine, electric heat generators, equivalent generator, moment of inertia of power system, frequency and power control systems.

Вступ

Традиційні, як на сьогодні, методи регулювання частоти і потужності в енергосистемі були засновані ще у тридцять років минулого століття, але й до цього часу продовжують складати основу для побудови існуючих систем первинного, вторинного та третинного її регулювання [1]. При цьому вважається, що досягнути високих показників стабільності частоти ($\pm 0,01\text{Гц}$) можливо лише у великих енергооб'єднаннях, таких як ENTSO-E, величина потужності якого складає від 350 до 450 ГВт. Перспективу подальшого здійснення інтеграції об'єднаної енергосистеми України до ENTSO-E передбачає «План розвитку системи передачі на 2020 – 2029 роки» [2]. Згідно базового сценарію розвитку генеруючих потужностей цього плану пріоритет надається відновлюваним джерелам енергії (ВДЕ) серед яких: гідроелектростанції (ГЕС), гідроакумулюючі станції (ГАЕС), сонячні електростанції (СЕС) та вітряні електростанції (ВЕС), а також створенню на їх основі сучасних швидкодіючих систем підтримки та регулювання частоти (СПРЧ). Враховуючи те, що згідно «Плану розвитку системи передачі на 2020 – 2029 роки» не передбачено можливість у найближчі десять років забезпечити необхідну величину потужностей систем СПРЧ для вже введених у експлуатацію станцій ВЕС і СЕС подальше нарощування потужностей цих станцій призведе лише до збільшення загального дефіциту маневрених генеруючих потужностей в Об'єднаній енергосистемі і, як наслідок, лише до погіршення існуючого стану із стабільністю частоти.

Метою статті є розгляд питання щодо існуючих можливостей за самостійної роботи об'єднаної енергосистеми України досягнути високих європейських показників стабільності її частоти.

Аналіз літературних даних і постановка проблеми

В табл. 1 приведено дані щодо подальшого плану розвитку генеруючих потужностей в ОЕС України, де пріоритетні напрямки виділено жирним шрифтом.

Таблиця 1 – Потужність за типами генерації згідно базового сценарію, МВт

Потужність	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
ТЕС ГК вугільні	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000
ТЕС ГК газомасутні	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ТЕЦ	4 430	4 250	4 070	3 870	3 820	3 770	3 650	3 650	3 650	3 650
ГЕС	4 880	4 880	4 900	4 950	5 032	5 133	5 180	5 236	5 584	5 696
ГАЕС	1 985	2 136	2 136	2 136	2 537	2 787	2 787	2 787	2 787	2 787
АЕС	13 835	13 835	13 835	13 835	13 835	13 835	13 835	13 835	13 835	13 835
Потужність ВЕС	1 550	1 660	1 770	1 880	2 050	2 230	2 410	2 590	2 770	3 040
Потужність СЕС	3 050	3 250	3 500	3 750	4 960	4 470	4 880	5 290	5 700	6 200
Високоманеврені ТЕС зі швидким стартом	0	500	1000	2000	2 000	2 100	2 250	2 400	2 600	2 873
Всього потужність	45 730	46 511	47 211	48 421	49 334	50 325	50 992	51 788	52 926	54 081
СПРЧ		200	325	500	690	825	860	1000	1200	1420

Разом з цим, реальну обґрунтовану оцінку наміченим планам базового сценарію розвитку генеруючих потужностей станцій ГЕС і ГАЕС (табл. 1) надано в [3]. В статті проведено аналіз документа «Програма розвитку гідроенергетики до 2026 р.» схваленої КМ України розпорядженням від 13.07.2016р. № 552-р. Проведений аналіз показав, що будівництво нових ГЕС і ГАЕС потребує суттєвих витрат коштів, а також: затоплення родючих земель, відселенням мешканців із зони затоплення, втрату історичних пам'яток, руйнацію природних заповідників, інші негативні явища. При цьому, собівартість виробництва електроенергії ГЕС і ГАЕС набагато перевищує цей показник



для ТЕС чи АЕС. Крім того, у структурі гідроелектростанцій є інерційні механічні агрегати (направляючі апарати), що регулюють потужність гідроагрегату. Ці агрегати мають певну інерційність, і тому швидкість зміни потужності гідроагрегату не може перевищувати $(0,01 - 0,025) P_{ном}/сек$. У той самий час швидкість зміни електричної потужності вітроагрегату у 3 – 5 і більше разів вища, тому загальна потужність ГЕС та ГАЕС при спробах регулювати 10,9 ГВт потужностей ВЕС і СЕС (пропозиція Програми) повинна становити не менше 33 ГВт. В умовах України це є неможливим. Тому внесені у «Програму розвитку гідроенергетики на період до 2026 року» пропозиції щодо використання ГЕС і ГАЕС для стабілізації частоти в енергосистемах, в яких працюють потужні вітрові та сонячні електростанції, виглядає не обґрунтованими та помилковими.

У відповідності до базового сценарію (табл. 1) пріоритет також надано і подальшому розвитку потужностей електростанцій СЕС і ВЕС. Однак, досвід впровадження сучасних систем ВДЕ фінської компанії «WÄRTSILÄ ENERGY» [4] показав, що для забезпечення в енергосистемі вже введених у Об'єднану енергосистему генеруючих засобів ВЕС, СЕС і біостанцій потрібно, щоб резервні потужності цих систем у п'ять разів перевищували рівень їх генерації, крім того, потрібно забезпечити ще і чотирикратний резерв потужності систем акумуляції з використанням акумуляторних батарей (АБ) і однократний – іншої маневреної генерації. Тобто, якщо піковий рівень навантаження сучасних систем ВДЕ досягне 1000 МВт, потрібно, щоб наявний резерв потужності ВДЕ в енергосистемі мав величину порядку 5000 МВт, а потужності систем акумуляції енергії з використанням АБ склали величину не менше 4000 МВт, при цьому потужності маневреної генерації також були на рівні 1000 МВт.

Таким чином, для вже введених у роботу Об'єднаної енергосистеми 1550 МВт потужностей ВЕС і 3050 МВт потужностей систем СЕС, для забезпечення стабільності їх генерації потрібно додатково ввести у експлуатацію ще $(4000 - 5000)$ МВт потужностей систем акумуляції з використанням потужних АБ, що потребуватиме чималих капітальних витрат. Крім того, якщо врахувати, що ресурс роботи потужних АБ складає усього 5 – 7 років, а також те, що засоби їх утилізації зовсім відсутні в Україні, можна передбачити, що поточні витрати на утримання у належному стані діючих систем акумуляції з роками лише зростатимуть.

Для досягнення поставленої мети пропонується ввести до діючих засобів **автоматизованої** системи диспетчерського управління (АСДУ) АЕС потужні автоматично керовані комплекси електротеплових генераторів (ЕТГ). До складу цих комплексів входить, головним чином, потужні електродвигуни технологічно задіяні у теплоцентралях міст регіону, електроживлення яких здійснюється від АЕС. Згідно запропонованого в [7] нового способу використання потужних комплексів ЕТГ в АСДУ АЕС надасть можливість реалізувати процеси управління та передачі маневрених генеруючих потужностей безпосередньо на магістральних лініях атомних станцій. Для прикладу, на рис.1 приведена структурна схема системи автоматичного управління навантаженням комплексів (САУ-ЕТГ), призначенням якої буде збереження на розподільчих шинах Рівненської АЕС встановленого режиму навантаження, якщо на розподільчій підстанції ПС 750 кВ «Київська» матимуть місце зміни поточного режиму навантаження, на протязі доби.

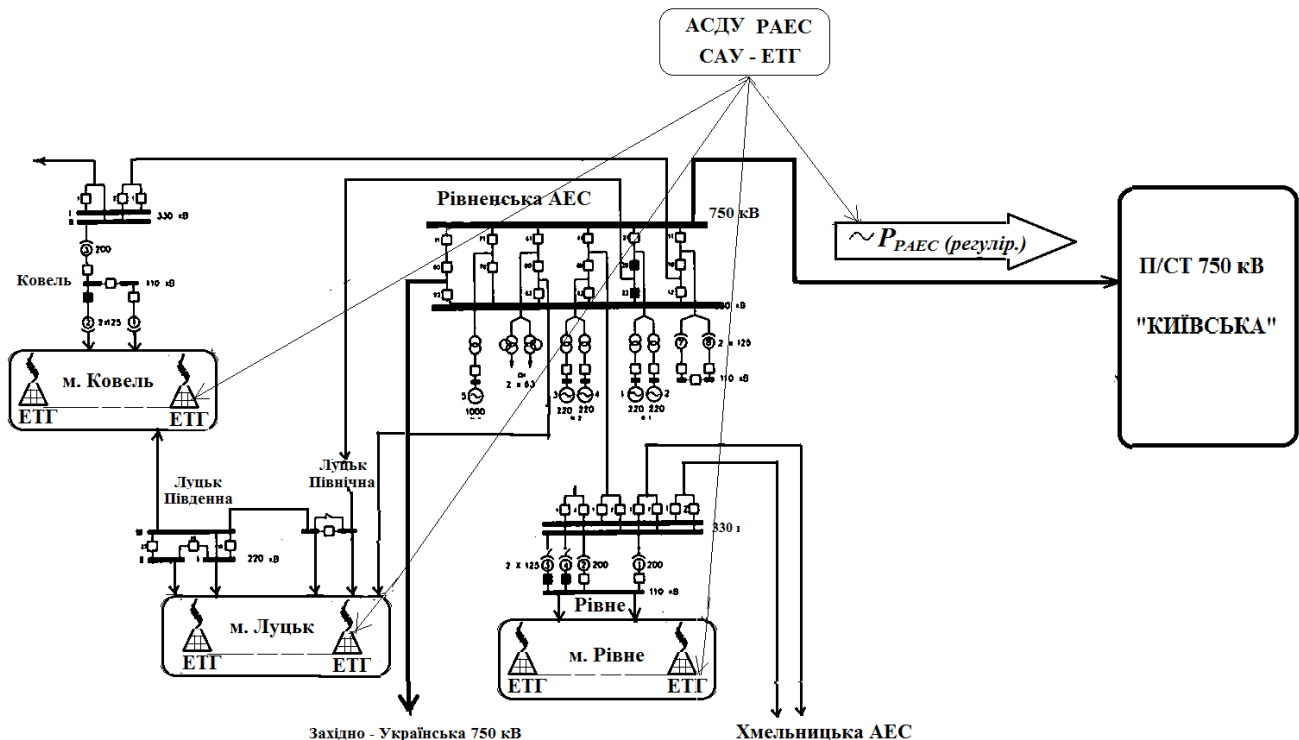


Рис. 1 – Структурна схема автоматичного управління навантаженням комплексів САУ-ЕТГ у відповідності до змін поточного навантаження на розподільчій підстанції ПС 750 кВ «Київська»



Процес збереження встановленого режиму навантаження на шинах РАЕС буде забезпечено завдяки процесам автоматичного регулювання системою САУ-ЕТГ потужностей комплексів ЕТГ, у відповідності до змін поточного навантаження на розподільчій підстанції ПС 750 кВ «Київська». Якщо, наприклад, у місцевих енерговузлах станції РАЕС встановити і технологічно задіяти електротеплові комплекси ЕТГ загальною потужністю у 1000 МВт, це надасть можливість за допомогою нової системи автоматичного управління САУ-ЕТГ зберегти задану стабільність навантаження на шинах цієї атомної станції навіть при повному розвантаженні її магістральної лінії АЕС, або у випадках можливого несанкціонованого відключення цієї лінії.

Не менш важливою для Об'єднаної енергосистеми може стати і пропозиція щодо використання автоматично керованих потужностей комплексів ЕТГ, як ефективного засобу протидії процесам збурення її режиму. Розглянемо це питання більш детально.

Відомо, що кожна енергосистема має свою постійну величину інерції обертальних мас (момент інерції), яка на момент появи процесу збурення (порушення) режиму на певний час затримує подальший розвиток цього процесу. Тобто, завдяки моменту інерції енергосистеми процес відхилення частоти, викликаний процесом збурення її режиму, завжди відбувається з певною затримкою у часі.

Величину постійної інерції обертальних мас кожної енергосистеми визначають наступним чином [9,10]:

$$T_{ИН.СИСТ.} = \frac{\sum (T_{ИН.ГЕН.} + T_{ИН.ТУРБ.})P_{ГЕН.} + \sum (T_{ИН.ДВ.} + T_{ИН.МЕХ.})P_{ДВ.}}{P_{НАВ.}}, \quad (1)$$

де $P_{ГЕН.}$ ($P_{НАВ.}$) – номінальна потужність генерації (навантаження);

$T_{ИН.ГЕН.}$; $T_{ИН.ТУРБ.}$; $T_{ИН.ДВ.}$; $T_{ИН.МЕХ.}$ – відповідно, постійна інерції генераторів, турбін, двигунів і механізмів.

Тривалість моменту інерції ($T_{ИН.СИСТ.}$) в об'єднаній енергосистемі пропонується визначити за фрагментами зміни сальдо між енергосистемами ОЕС України та ЄЕС Росії, яке мало місце у 2003 році і було викликано несанкціонованим відключенням енергоблоку 1000 МВт на одній із станцій АЕС, як це показано на рис. 2 [11].

Згідно рис. 2, на п'яту годину ранку, тобто після збурення режиму 04.50.56 і до 04.51.48 практично діяв момент інерції енергосистеми, тривалість якого складала: $T_{ИН.СИСТ.} \approx 1,06$ хв. (рис. 2).

Важливим для подальшого розгляду буде саме момент появи процесу збурення режиму та послідууючої за цим дії інерційних сил енергосистеми, відмічений на рис. 2 наступними зонами:

I - зона стаціонарного режиму до відключення блоку з поточними коливаннями частоти:

$f_0 = 49,9854$ Гц при сальдо 326 МВт та покритті навантаження в ОЕС України $P_{НО\Sigma} = 20833$ МВт.

II - зона зміни частоти і сальдо після відключення блоку від $\Delta f = 0,042$ Гц до значення:

$f_0 = 49,9434$ Гц при сальдо 1277 МВт і покритті навантаження в ОЕС України.



Рис. 2 – Фрагмент зміни сальдо між енергосистемами ОЕС України та ЄЕС Росії у 2003 році із-за несанкціонованого відключення енергоблоку 1000 МВт на одній із станцій АЕС

Подальші процеси регулювання частоти в ОЕС відбувалися вже під дією систем автоматичного регулювання частоти і потужності (АРЧП), які належить до ЄЕС Росії, що і призвело до зміни частоти і сальдо між енергосистемами (етап - *III*). Потім у дію підключились ще і резервні потужності ГЕС ОЕС України, що призвело до подальшого підвищення частоти і сальдо (етап - *IV*).

В результаті мало місце встановлення вже «завищеного» значення частоти (етап - *V*).

Для остаточного встановлення в Об'єднаній енергосистемі нового режиму із новим (більш прийнятним) значенням частоти потрібно проведення додаткових процесів регулювання режиму із відповідними енергетичними затратами. Разом з цим, із встановленням нового режиму роботи енергосистеми матимуть місце ще і інші процеси, пов'язані із зміщенням частоти ряду працюючих енергоблоків станцій стосовно встановленої частоти на інших генеруючи



станціях, що призводить до загальної похибки електронного часу [12]. Тобто, після збурення режиму в енергосистемі матиме місце проблема як із реалізацією процесів встановлення нового режиму із новим значенням частоти, так і із необхідністю усунення загальної похибки електронного часу.

Розглянемо питання щодо пошуку нових підходів у реалізації протидії процесам збурення режиму Об'єднаної енергосистеми. Для цього розглянемо швидкоплинні процеси збурення режиму енергосистеми, здатні призвести до відхилення її частоти. Для цього приведемо систему рівнянь, згідно якої статичні електромагнітні моменти машин, що діють у енергосистемі визначаються як функції частоти ω та взаємного кута напруг $\delta_{1,2}$, а моменти турбін лише як функції частоти [13]:

$$\begin{aligned} M_1 &= M_1(\omega, \delta_{1,2}); \\ M_2 &= M_2(\omega, \delta_{1,2}); \\ M_{T1} &= M_{T1}(\omega); \\ M_{T2} &= M_{T2}(\omega). \end{aligned} \quad (2)$$

У стаціонарних режимах електромагнітні моменти і моменти турбін мають рівновагу і записуються у вигляді замкнутої системи з двох рівнянь з двома невідомими:

$$M_1(\omega, \delta_{1,2}) - M_{T1}(\omega) = 0; \quad (3)$$

$$M_2(\omega, \delta_{1,2}) - M_{T2}(\omega) = 0. \quad (4)$$

Значення електромагнітного моменту записують через співвідношення потужності навантаження енергосистеми P_{H0} до встановленого значення частоти:

$$M_0(\omega) = \frac{P_{H0}}{\omega_0}. \quad (5)$$

Тому поточні відхилення електромагнітного моменту енергосистеми записують через зміни її навантаження ΔP та коливання частоти $\Delta\omega$:

$$\Delta M_0(\omega) = \frac{\partial M}{\partial P} \Delta P + \frac{\partial M}{\partial \omega} \Delta\omega_0 = \frac{1}{\omega_0} \Delta P - \frac{P}{\omega_0^2} \Delta\omega_0. \quad (6)$$

Якщо енергосистему представити у вигляді еквівалентного генератора, що працює на активне навантаження, тоді у відповідності до його частотної характеристики встановлене в енергосистемі значення частоти ω_0 буде відповідати встановленій рівновазі електромагнітного моменту $M_T(\omega)$ та моменту турбіни M_0 , як це умовно показано на рис. 3. При цьому, коливання частоти $\pm \Delta\omega_0$, що мають місце у енергосистемі через зміни поточного навантаження, призводять і до коливань її електромагнітного моменту $\pm \Delta M_0$ (рис. 3).

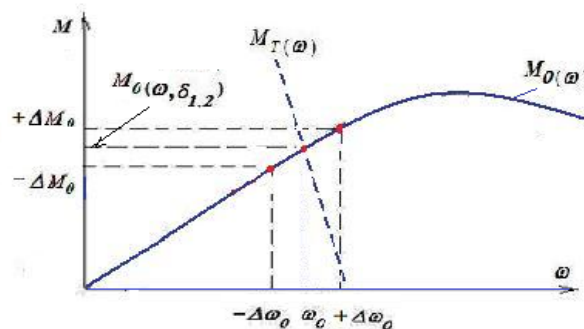


Рис. 3 – Частотна характеристика еквівалентного генератора енергосистеми

В разі появи у енергосистемі процесу збурення режиму, в останній матиме місце перехідний процес, пов'язаний із виникненням тимчасової різниці між встановленим балансом генеруючої потужності та діючим навантаженням. Режим роботи енергосистеми, на цей момент, характеризує диференціальне рівняння:

$$j \frac{d\omega}{dt} = M_T - M_{HAB.}, \quad (7)$$

де j – момент інерції рухомої частини енергосистеми, що знаходиться в роботі;

M_T – момент еквівалентного генератора енергосистеми;

$M_{HAB.}$ – момент опору навантаження енергосистеми.

Виниклий через появу збурення (порушення) режиму небаланс потужностей діятиме як поштовх навантаження на валу еквівалентного генератора енергосистеми, що призведе до зміни його електромагнітного моменту. Якщо



збурення режиму буде пов'язано, наприклад, із раптовою втратою у енергосистемі частини її генеруючих потужностей в останній матиме місце скачок до збільшення електромагнітного моменту її еквівалентного генератора $M_0(\omega_0, \delta_{1,2})$, на величину $M_1(\omega_0^*, \delta_{1,2})$, тобто переходу його вже на нову частотну характеристику $M_1(\omega)$, як це умовно зображено на рис. 4.

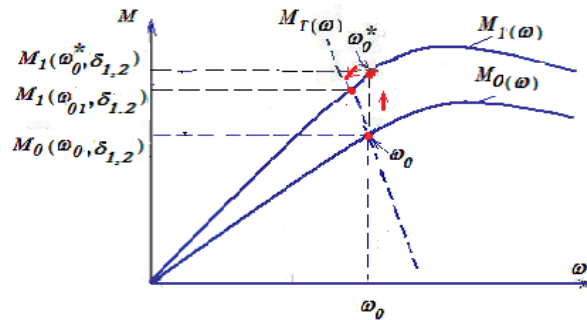


Рис. 4 – Момент збурення режиму роботи енергосистеми та переходу її еквівалентного генератора на нову частотну характеристику

Процес переходу та встановлення моменту еквівалентного генератора енергосистеми на новій частотній характеристиці $M_0(\omega) \rightarrow M_1(\omega)$ визначають рівняння:

$$\left. \begin{aligned} j \frac{d\omega_0}{dt} + M_0(\omega_0; \delta_{1,2}) &= M_T(\omega_0); \\ j \frac{d\omega_0^*}{dt} + M_1(\omega_0^*; \delta_{1,2}) &> M_T(\omega_0); \\ j \frac{d\omega_{01}}{dt} + M_1(\omega_{01}; \delta_{1,2}) &> M_T(\omega_0); \\ M_1(\omega_0^*; \delta_{1,2}) - M_1(\omega_{01}; \delta_{1,2}) &= \Delta M. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Важливо, що після переходу еквівалентного генератора $M_1(\omega_0^*, \delta_{1,2})$ на нову частотну характеристику $M_1(\omega)$ наступний процес буде пов'язаний із дією інерційних сил енергосистеми - $T_{ін.сист.}$, визначеного рівнянням (1). Під час дії інерційних сил енергосистеми матиме місце сповзання (зміни) величини моменту еквівалентного генератора $M_1(\omega_0^*, \delta_{1,2})$ до значення $M_1(\omega_{01}, \delta_{1,2})$, на новій частотній характеристиці $M_1(\omega)$ (рис. 4).

Разом з цим, після завершення дії інерційних сил ($T_{ін.сист.}$) в енергосистемі матиме місце наступний швидкоплинний процес відхилення її частоти, від значення ω_{01} до значення ω_1 ($\omega_{01} \rightarrow \omega_1$), як це умовно показано на рис. 5. Паралельно із зміною частоти відбуватимуться і ще два процеси, пов'язані із зменшенням величини електромагнітного моменту $M_1(\omega_{01}, \delta_{1,2})$ до початкового свого значення $M_1(\omega_1, \delta_{1,2})$, але цей процес відбуватиметься вже на новій частотній характеристиці $M_1(\omega)$, а також переходом моменту турбіни $M_T(\omega_0)$ на нову частотну характеристику $M_1(\omega)$. Саме ці перехідні процеси відмічено стрілками на рис. 5. В результаті в енергосистемі буде встановлена рівновага між електромагнітним моментом $M_1(\omega_{01}, \delta_{1,2})$ і моментом турбіни $M_T(\omega_0)$, але вже за нового значення частоти (ω_1) і на новій частотній характеристиці $M_1(\omega)$ (рис. 5).

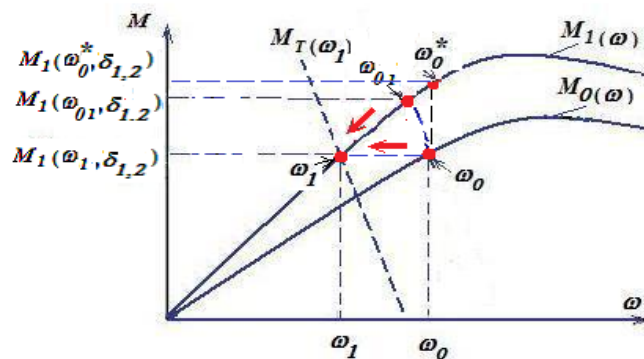


Рис. 5 – Процес встановлення нового режиму роботи енергосистеми із новим значенням частоти

Процес зміни частоти у енергосистемі ($\omega_0^* \rightarrow \omega_1$) можна характеризувати наступними рівняннями:



$$\left. \begin{aligned} j \frac{d\omega_0^*}{dt} + M_1(\omega_0^*; \delta_{1,2}) &> M_T(\omega_0); \\ j \frac{d\omega_1}{dt} + M_1(\omega_1; \delta_{1,2}) &= M_T(\omega_1); \\ \frac{d\delta_{1,2}}{dt} &= \omega_1 - \omega_0. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

За встановлення нового значення частоти (ω_1) на новій частотній характеристиці $M_1(\omega)$ відновити в енергосистемі попередньо встановлений в ній режим із попередньо встановленим значенням частоти буде вже практично неможливо.

Якщо врахувати, що на початку розглянутих на рис. 5 процесів в енергосистемі мала місце дія її інерційних сил - $T_{ин.сист.}$, які на певний час затримували появу наступних і вже незворотніх процесів відхилення частоти, тоді передбачається цілком можливим одразу після появи процесу збурення режиму організувати вчасну і адекватну протидію цьому процесу. Для цього пропонується

частину електродвигунів комплексів ЕТГ, загальною потужністю у 1000 МВт, перевести у режим постійного їх навантаження, а процеси автоматичного управління їх електричною потужністю повинен буде виконувати комплекс протиаварійної автоматики атомних енергоблоків: (ПА АЕС –ЕТГ). Якщо, наприклад, в роботі енергокомплексу ПА АЕС-ЕТГ застосувати електродвигуни фірми ЕКОЛ, зміна потужності яких від мінімального до номінального значення у 20 (40) МВт складає не більше 2 хвилин [14], а процеси їх відключення від енергосистеми реалізуються ще швидше, стане цілком можливим саме у період дії інерційних сил Об'єднаної енергосистеми ($T_{ин.сист.} \approx 1,06$ хв.) здійснити вчасну і адекватну протидію процесам збурення режиму.

Нова система ПА АЕС –ЕТГ в разі, наприклад, несанкціонованого відключення енергоблоку АЕС потужністю у 1000 МВт здатна буде у період дії інерційних сил ($T_{ин.сист.} \approx 1,06$ хв.) зменшити навантаження енергосистеми на відповідну величину, чим зупинити подальший розвиток цього процесу і знову повернутись до попередньо встановленого режиму роботи енергосистеми із попередньо встановленим значенням частоти, як це умовно показано на рис. 6.

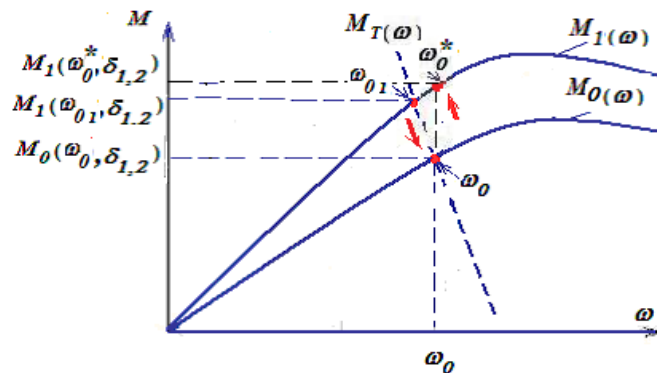


Рис. 6 – Обґрунтування можливості реалізації вчасної протидії процесу збурення режиму енергосистеми і повернення до попередньо встановленого значення частоти

На рис. 6, стрілками відмічено як напрям початку процесу збурення режиму, так і зворотній процес після виконання вчасної і адекватної протидії цьому процесу, що призвів до швидкого його завершення.

Таким чином, за впровадження АСДУ САУ-ЕТГ комплексної системи ПА АЕС - ЕТГ стане цілком можливим забезпечити в Об'єднаній енергосистемі високий рівень стабільності частоти, досягнути який за існуючих на сьогодні методів та засобів її регулювання практично неможливо, навіть за наявності в останній нових систем ВДС із системами акумуляції та акумуляторними батареями (АБ).

Висновки

1. Проведені дослідження показали, що у районних містах, електроживлення яких здійснюється від АЕС доцільно провести встановлення сучасних електродвигунів і створити на їх основі потужні комплекси ЕТГ, завдяки використанню автоматично керованого навантаження цих комплексів у діючих засобах автоматизованої системи диспетчерського управління АЕС стане можливим мережу магістральних ліній 750 кВ перевести працювати у змінний режим навантаження Об'єднаної енергосистеми, забезпечивши, при цьому, збереження стабільного режиму навантаження лише на розподільчих шинах атомних станцій. Таким чином, в роботі обґрунтовано перспективну можливість участі АЕС у покритті змінної частини добового графіку навантаження ОЕС України, що є принципово новим і може бути використано для вирішення питання щодо усунення існуючого в ній дефіциту маневрених генеруючих потужностей.



2. За результатами проведених досліджень визначено, що в разі використання автоматично керованого навантаження комплексів ЕТГ у засобах діючої протиаварійної автоматики енергоблоків АЕС стане цілком можливим реалізувати вчасну і адекватну протидію процесам збурення режиму і виконати її таким чином, щоб в ОЕС України було збережено попередньо встановлений в ній режим із попередньо встановленим значенням частоти, досягнути чого за існуючих методів та засобів регулювання режиму в Об'єднаній енергосистемі практично неможливо. Проведене в роботі обґрунтування можливості збереження попередньо встановленого режиму із попередньо встановленим значенням частоти є принципово новим рішенням у побудові систем протидії процесам збурення режиму, реалізація таких систем сприятиме досягненню в ОЕС України високих показників стабільності частоти.

3. В роботі обґрунтовано перспективні напрямки створення нових систем автоматичного управління, за реалізації яких стане цілком можливим в умовах самостійної роботи ОЕС України вирішити питання щодо досягнення в останній високих показників стабільності частоти, на рівні енергоб'єднання TINTSO-E.

Список використаних джерел:

- [1]. *COU-N EE YAEK 04.156:2009* – «Основні вимоги щодо регулювання частоти та потужності в ОЕС України», 2009. - 56 с.
- [2]. «Укренерго». План розвитку системи передачі на 2020 – 2029 роки. – НЕК – 206 с. - URL:[ua.energy > wp-content > uploads > 2019/11 > Plan-rozv..](http://ua.energy/wp-content/uploads/2019/11/Plan-rozv..)
- [3]. Кулик М.М., Кириленко О.В. Стан та перспективи гідроенергетики України. *Технічна електродинаміка*. 2019. №4. С. 56 – 64. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2019.04.056>
- [4]. Ігорь Перрик «Десять найдешевших электростанций не ... URL: [mind.ua > publications > 20202114-igor-petrik-desyat-...](http://mind.ua/publications/20202114-igor-petrik-desyat-...) (дата звернення: 05.10.2020).
- [5]. Тугаев В.И., Сыропушинский В.М. Применение электродкотлов на ТЭЦ как эффективный способ получения маневренной мощности в энергосистеме Белоруссии с вводом АЭС. *Энергетическая стратегия*. 2010. №4 (16). С. 19 -24.
- [6]. Кулик М.М. Техніко-економічні аспекти використання споживачів-регуляторів у системах автоматичного регулювання частотою і потужністю. *Проблеми загальної енергетики*. 2015. вип. 1 (40). С. 20 – 28.
- [7]. Ленчевський С.А., Годун О.В. Спосіб формування та передачі маневрених генеруючих потужностей на магістральній лінії атомної станції. Заявка на винахід. Реєстраційний номер заявки: а 2019. 01 280. МПК (2019.01) N02j 15/00. (Завершено попередню експертизу).
- [8]. Ленчевський С.А. Питання щодо ефективності формування у електромережі атомних станцій (АЕС) оперативного резерву маневрених генеруючих потужностей енергосистеми. *Енергетика і електрифікація*. 2018. Вип. 3(18). С. 4 – 9.
- [9]. ОРГРЭС. Технические указания по устройству автоматической разгрузки энергосистем по частоте. Госэнергоиздат. 1953.
- [10]. Барзам А.Б. Системна автоматика. «Енергія». М.- Л. 1964. 360 с.
- [11]. *Сидоров А.Ф.* Об определении коэффициента жесткости энергосистемы по частоте // *Новини енергетики*. - 2004.-№3. – С. 40-45.
- [12]. Стогній Б.С., Сопель М.Ф. Пилипенко Ю.В. О проблеме единого времени в электроэнергетике. *Энергетика и Электрификация*. 2003. № 4. С. 35 – 39.
- [13]. Костюк О.М. Элементы теории устойчивости энергосистем. Київ.:«Наукова думка».1983. 290 с
- [14]. Електричні котли EKOL. URL: <http://www.tkolbmo.ru/electric-boilers.html> (дата звернення: 10.04.2020).

References:

- [1]. *SOU-N EE YAEK 04.156:2009* – «Osnovni vymohy shchodo rehulyuvannya chastoty ta potuzhnosti v OES Ukrayiny», 2009. - 56 s.
- [2]. «Ukrenerho». Plan rozvytku systemy peredachi na 2020 – 2029 roky. – NEK – 206 s. - URL:[ua.energy > wp-content > uploads > 2019/11 > Plan-rozv..](http://ua.energy/wp-content/uploads/2019/11/Plan-rozv..)
- [3]. Kulyk M.M., Kyrylenko O.V. Stan ta perspektyvy hidroenerhetyky Ukrayiny. *Tekhnichna elektrodynamika*. 2019. №4. S. 56 – 64. <https://doi.org/10.15407/techned2019.04.056>
- [4]. Ihor' Perryk «Desyat' naydeshevshykh elektrostantsiy ne ... URL: [mind.ua > publications > 20202114-igor-petrik-desyat-...](http://mind.ua/publications/20202114-igor-petrik-desyat-...) (data zvernennya: 05.10.2020).
- [5]. Tuhaev V.Y., Syropushchyns'kyu V.M. Prymenenye élektrokotlov na TETS kak éfektivnyy sposob poluchenyaya manevrenoy moshchnosti v énerhosysteme Belorusyy s vvodom AES. *Énerhetycheskaya strathyya*. 2010. №4 (16). S. 19 -24.
- [6]. Kulyk M.M. Tekhniko-ekonomichni aspekty vykorystannya spozhyvachiv-rehulyatoriv u systemakh avtomatychnoho rehulyuvannya chastotoyu i potuzhnistyuu. *Problemy zahal'noyi enerhetyky*. 2015. vyp. 1 (40). S. 20 – 28.
- [7]. Lenchevs'kyu. YE.A., Hodun O.V. Sposib formuvannya ta peredachi manevrenykh heneruyuchykh potuzhnostey na mahistral'niyi liniyi atomnoyi stantsiyi. Zayavka na vynakhid. Reyestratsiynyy nomer zayavky: a 2019. 01 280. MPK (2019.01) N02j 15/00. (Zaversheno poperednyu ekspertyzu).



- [8]. Lenchevs'kyu YE.A. Pytannya shchodo efektyvnosti formuvannya u elektromerezhi atomnykh stantsiy (AES) operatyvnoho rezervu manevrenykh heneruyuchykh potuzhnostey enerhosystemy. Enerhetyka i elektryfikatsiya. 2018. Vyp. 3(18). S. 4 – 9.
- [9]. ORHRÉS. Tekhnicheskye ukazaniya po ustroystvu avtomaticheskoy raz-hruzky énerhosystem po chastote. Hosénerhoizdat. 1953.
- [10]. Barzam A.B. Sistemna avtomatika. «Yenergiya». M.- L. 1964. 360 s.
- [11]. Sidorov A.F. Ob opredelenii koefitsiyenta zhestkosti energosistem po chastote // Novini yenergetiki. -2004.-№3. – S. 40-45.
- [12]. Stogniy B.S., Sopol' M.F. Pilipenko YU.V. O probleme yedinogo vremeni v elektroenergetike. Energetika i Elektryfikatsiya. 2003. № 4. S. 35 – 39.
- [13]. Kostyuk O.M. Elementy teorii ustoychivosti energosistem. K.:«Naukova dumka».1983. 290 s.
- [14]. Elektrychni kotly EKOL. URL: <http://www.tkolbmo.ru/electric-boilers.html> (data zvernennya: 10.04.2020).

Отримана в редакції 14.07.2021. Прийнята до друку 24.08.2021. Received 14 July 2021. Approved Approved 24 August 2021. Available in Internet 31 September 2021.

УДК 004.9+165.4

ПІДХІД ДО ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ В УМОВАХ РИЗИКУ ТА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Мулеса О.Ю.¹, Білак Ю.Ю.²

^{1,2} Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет»

ORCID: ¹0000-0002-6117-5846, ²0000-0001-5989-1643

E-mail: ¹Oksana.Mulesa@uzhnu.edu.ua, ²Yuriy.bilak@uzhnu.edu.ua

Copyright © 2021 by author and the journal “Automation of technological and business – processes”.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI: 10.15673/atbp.v13i3.2146

Анотація. Дослідження присвячене розробці структури системи підтримки прийняття управлінських рішень в умовах ризику і невизначеності. Розглядаються багатоступінні процеси прийняття управлінських рішень. Проаналізовано послідовність етапів, які виникають в таких процесах: від формування множини альтернатив до вибору оптимальної, з точки зору особи, що приймає рішення, альтернативи. Наведені вербальні і математичні постановки задач прийняття рішень в умовах ризику і невизначеності. Проаналізовано особливості всіх етапів прийняття рішень та наведено перелік задач, які виникають на кожному з етапів. Відмічено, що для підвищення ефективності процесів прийняття управлінських рішень, доцільним є забезпечення можливості розв'язання задач, які виникають при цьому, методами інтелектуального аналізу даних, статистичними методами аналізу даних, методами теорії прийняття рішень тощо.

Розроблено структурно-функціональну схему системи підтримки прийняття рішень в умовах ризику і невизначеності. Показано, що логічно функціональний блок системи підтримки прийняття рішень доцільно розділити на дві частини: блок аналізу вхідних даних та висновків експертів і блок вибору оптимальних альтернатив. Важливою складовою системи підтримки прийняття рішень є база даних та знань у якій накопичуються як вхідні дані, так і результати застосування включених у систему моделей і методів.

Дотримання запропонованої схеми при проектуванні програмних продуктів для задач прийняття рішень у різних предметних областях, дозволить зробити ці програмні продукти цілісними та універсальними. Використання таких програмних продуктів забезпечить незалежність особи, що приймає рішення на всіх етапах прийняття управлінських рішень в умовах ризику і невизначеності.

Abstract. The research is devoted to the development of the structure of the management decision support system in conditions of risk and uncertainty. Multistage management decision-making processes are considered. The sequence of stages



that arise in the following processes is analyzed: from the formation of many alternatives to the choice of the optimal, from the point of view of the decision maker, alternatives. Verbal and mathematical formulations of decision-making problems in conditions of risk and uncertainty are given. The peculiarities of all stages of decision-making are analyzed and the list of tasks that arise at each stage is given. It is noted that to increase the efficiency of management decision-making processes, it is advisable to provide the ability to solve problems that arise, methods of data mining, statistical methods of data analysis, methods of decision theory, and so on.

The structural and functional scheme of the decision support system in conditions of risk and uncertainty is developed. It is shown that it is logical to divide the functional block of the decision support system into two parts: the block of analysis of input data and expert opinions and the block of selection of optimal alternatives. An important component of the decision support system is a database and knowledge in which both the input data and the results of the application of the models and methods included in the system are accumulated.

Adherence to the proposed scheme in the design of software products for decision-making tasks in various subject areas, will make these software products holistic and universal. The use of such software products will ensure the independence of the decision-maker at all stages of management decisions in conditions of risk and uncertainty.

Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, умови ризику і невизначеності, задачі гри з природою

Keywords: decision support system, conditions of risk and uncertainty, the task of playing with nature

Вступ.

Системи підтримки прийняття рішень (СППР) покликані автоматизувати процеси, які виникають на кожному з етапів прийняття управлінських рішень. Сам процес прийняття рішень є складним поєднанням різних кроків, які розпочинаються етапом вироблення варіантів можливих рішень, оцінюванням їх ефективності та завершуються вибором кращого за деяким критерієм варіанту. Процес проектування СППР передбачає розробку її структури та наповнення складових елементів такими моделями, методами і алгоритмами, використання результатів роботи яких дозволить підвищити ефективність відповідних процесів прийняття управлінських рішень.

Аналіз літературних даних і постановка проблеми.

Теорії прийняття рішень присвячена велика кількість сучасних наукових досліджень. Дослідженню проблем ситуаційної теорії прийняття управлінських рішень присвячена [1]. В роботі визначені поняття умов ризику та невизначеності. Наведено систему контролю за ризиками. Охарактеризовано особливості різних процесів прийняття рішень. В [2] виконано аналіз основних елементів теорії ігор та розглянуто економічні задачі прийняття рішень, обґрунтовано процес вибору оптимальної стратегії. [3] присвячена моделям і методам аналізу задач в умовах невизначеності. У роботі систематизовано методи вибору оптимальних альтернатив відповідно до особливостей задачі та переваг особи, що приймає рішення (ОПР). Методи прийняття рішень в умовах ризику проаналізовані в [4]. В [5] розроблено моделі і методи прийняття двоетапних управлінських рішень в умовах ризику і невизначеності.

Аналізу СППР як інструменту для підвищення ефективності прийнятих рішень в організаціях присвячена [6]. В роботі наведено основні компоненти, які має включати СППР, проаналізовано процес прийняття рішень з використанням СППР. Процес проектування СППР за принципом «зверху-вниз» продемонстровано в [7]. Аналітичний блок системи утворюють евристичні методи вибору кращих альтернатив. Викладенню переваг, потенційних недоліків та перешкод використання клінічної СППР присвячена [8]. В ній виконано огляд характеристик, які роблять таку систему успішною.

Виконаний аналіз наукових досліджень показав, що розроблені в них СППР включають в себе блоки накопичення даних та методи вибору оптимальних альтернатив. Такі системи, як правило, не передбачають реалізацію етапів, які передують власне вибору кращої альтернативи та прийняттю рішень. Таким чином важливим є дослідження проблеми розробки такої СППР, яка б дозволяла реалізовувати весь процес прийняття рішень в цілому.

Мета і завдання дослідження.

Метою дослідження є розробка структури СППР для супроводу процесу прийняття управлінських рішень в умовах ризику і невизначеності.

Для досягнення поставленої мети були розв'язані такі завдання:

1. Виконати аналіз етапів, які реалізуються в процесах прийняття управлінських рішень.
2. Систематизувати задачі, які виникають на кожному з етапів.
3. Розробити структуру такої СППР, використання якої дозволило б автоматизувати всі етапи прийняття управлінських рішень.

Методи і матеріали досліджень.

При виконанні дослідження були застосовані загальнонаукові та математичні методи. Зокрема, методологію системного підходу, системний аналіз, методи теорії інформаційних систем та апарат теорії прийняття рішень.

Результати досліджень.

Математична модель задачі прийняття рішень в умовах невизначеності може бути побудованою у формі особливий «гри з природою», в якій шукають оптимальну стратегію гравця, а оптимальну стратегію природи не розглядають [9, 10]. Вихідні дані такої задачі можна записати як кортеж



$$\langle X, S, u(x, s) \rangle, \quad (1)$$

де X – множина альтернатив, S – множина станів природи; $u(x, s)$ – функція корисності, яка виражає очікувану корисність альтернативи x при умові настання стану природи s .

У випадку, якщо існують способи оцінити розподіл імовірностей настання станів природи виникає задача прийняття рішень в умовах ризику, яку можна задати у такому вигляді:

$$\langle X, S, u(x, s), p(s) \rangle, \quad (2)$$

де $p(s)$ – імовірність настання стану s .

Особливістю цієї задачі є те, що елементи множини S утворюють повну групу подій, тобто для них виконуються умови:

$$s_i \cap s_j = \emptyset, \forall s_i, s_j \in S : i \neq j, \sum_{s \in S} p(s) = 1.$$

Необхідно прийняти рішення щодо вибору найкращої з точки зору ОПР альтернативи.

Як видно з (1)-(2), процес прийняття управлінських рішень в умовах ризику та невизначеності можна представити як послідовність таких етапів (рис.1):



Рис. 1 – Етапи прийняття управлінських рішень

Реалізація першого етапу вироблення варіантів можливих рішень залежить від особливостей самої задачі прийняття рішень та відбувається за участю компетентних експертів, аналітиків і ОПР [9]. Задачі, які при цьому можуть мати місце є наступними:

- задачі класифікації об'єктів, яка полягає у віднесенні об'єкта до одного із заданих класів;
- задачі розбиття або нечіткого розбиття об'єктів на групи (кластери) відповідно до їх близькості за заданою метрикою;
- задачі прогнозування на основі часових рядів;
- задачі структурної і параметричної ідентифікації невідомих залежностей;
- задачі статистичного аналізу даних;
- задачі обробки результатів опитувань експертів тощо.

Завданням експертів на цьому етапі є аналіз результатів розв'язання зазначених задач та надання пропозицій щодо формування та наповнення множини альтернатив.

На етапі визначення варіантів майбутніх станів природи та обчислення ймовірностей їх настання ключовими є задачі ідентифікації та прогнозування. Додатковим джерелом інформації на цьому етапі можуть також бути висновки компетентних експертів.

Оцінювання очікуваної корисності альтернатив пов'язане з виконанням імітаційного моделювання та аналізом його результатів.

У виборі оптимальної альтернативи безпосередню участь приймає ОПР. В процесі аналізу результатів, отриманих на попередніх, виникають задачі теорії ігор та задачі прийняття рішень в умовах ризику і невизначеності. Для їх розв'язання застосовують критерії прийняття рішень. Вибір критерію лежить на самій особі, що приймає рішення та залежить від таких її суб'єктивних особливостей, як схильність до ризику, рівень оптимізму-песимізму тощо [5, 9, 10].

Серед відомих критеріїв прийняття рішень варто відмітити мінімаксий критерій, модальний критерій, критерій мінімізації дисперсії оцінок, критерій Гурвіца тощо [9]. В деяких випадках доцільним також є розв'язання двоетапних задач прийняття рішень за допомогою критеріїв, розроблених в [5].

Таким чином, процес прийняття управлінських рішень є складним та багатоетапним. Задачі, які при цьому необхідно розв'язувати, належать до різних розділів математичної статистики, інтелектуального аналізу даних, теорії прийняття рішень тощо.

Для автоматизації процесу прийняття рішень актуальною є розробка такої СППР, яка включити в себе всі необхідні моделі і методи, а також буде гнучкою до внесення в неї структурних змін. Вдала інтеграція та поєднання методів і алгоритмів для розв'язання зазначених задач дозволить зробити створений програмний продукт автономним, а ОПР незалежною на всіх етапах прийняття управлінських рішень в умовах ризику і невизначеності.

Пропонується створювати СППР відповідно до розробленої структурно-функціональної схеми (рис. 2):

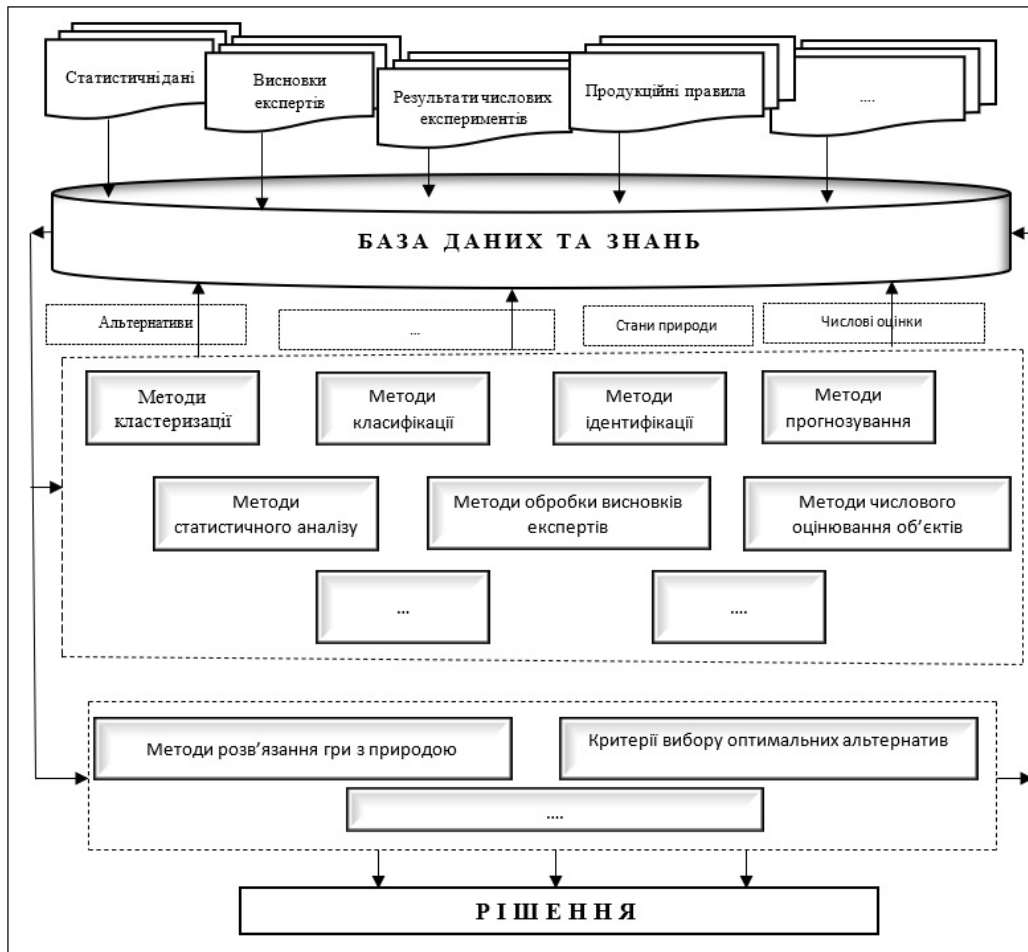


Рис. 2 – Структурно-функціональна схема СППР

Обговорення результатів.

Використання розробленої в дослідженні структурно-функціональної схеми СППР при проектуванні програмних продуктів для супроводу багатоетапного процесу прийняття управлінських рішень в умовах ризику і невизначеності дозволить забезпечити можливість ефективного розв'язання задач, які виникають на всіх його етапах. При наповненні структурних блоків системи релевантними моделями і методами важливим є врахування особливостей предметної області для якої створюється СППР, структури та обсягів вхідних даних.

Висновки.

Дослідження присвячене розробці структурно-функціональної схеми СППР для автоматизації всіх процесів, які виникають при виробленні та прийнятті управлінських рішень в умовах ризику і невизначеності. Реалізація такого комплексного підходу дозволить зробити на його основі цілісний програмний продукт. При використанні СППР такого типу у ОПР не виникає потреб до залучення додаткових програмних продуктів для аналізу даних, а це робить ОПР незалежною на кожному етапі аналізу та інтерпретації даних. Ефективність такого підходу до створення програмних продуктів доведена в багатьох наукових дослідженнях, зокрема в [6, 7].

Список використаних джерел:

- [1]. Славіна Н. А., Лаврук О. С. Прийняття управлінських рішень в умовах ризику та невизначеності ситуацій. *Збірник наукових праць подільського державного аграрно-технічного університету*. 2014. № 22. С. 212-217.
- [2]. Гладкова Л. А., Наумова М. А. Застосування теорії ігор в економіці. *НАУКОВІ ЗАПИСКИ. Серія: ПРОБЛЕМИ МЕТОДИКИ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ І ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ*. 2016. № 2(4).
- [3]. Kochenderfer M. J. Decision making under uncertainty: theory and application. MIT press, 2015. <https://doi.org/10.7551/mitpress/10187.001.0001>
- [4]. Pahlke J., Strasser S., Vieider F. M. Responsibility effects in decision making under risk. *Journal of Risk and Uncertainty*. 2015. 51(2). P. 125-146. <https://doi.org/10.1007/s11166-015-9223-6>
- [5]. Mulesa O., Snytyuk V., Myronyuk I. Optimal alternative selection models in a multi-stage decision-making process. *EUREKA: Physics and Engineering*. 2019. № 6. P. 43-50. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2019.001005>



- [6]. Tripathi K. P. Decision support system is a tool for making better decisions in the organization. *Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE)*. 2011. № 2(1). P. 112-117.
- [7]. Accorsi R., Manzini R., Maranesi F. A decision-support system for the design and management of warehousing systems. *Computers in Industry*. 2014. 65(1). P. 175-186. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2013.08.007>
- [8]. Castillo R. S., Kelemen, A. Considerations for a successful clinical decision support system. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*. 2013. 31(7). P. 319-326. <https://doi.org/10.1097/NXN.0b013e3182997a9c>
- [9]. Волошин О. Ф., Машченко С. О. Моделі та методи прийняття рішень. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010.
- [10]. Емец О. А., Устьян Н. Ю. Игры с комбинаторными ограничениями. Кибернетика и системный анализ. 2008.

References:

- [1] N. A. Slavina and O. S. Lavruk, "Pryiniattia upravlynskykh rishen v umovakh ryzyku ta nevyznachenosti sytuatsii," Zbirnyk naukovykh prats podilskoho derzhavnoho ahrarno-tekhnichnoho universytetu, (22), pp. 212-217, 2014.
- [2] L. A. Hladkova and M. A. Naumova, "Zastosuvannia teorii ihor v ekonomitsi," NAUKOVI ZAPYSKY. Seriya: PROBLEMY METODYKY FIZYKO-MATEMATYCHNOI I TEKHOLOHICHNOI OSVITY, 2(4), 2016.
- [3] M. J. Kochenderfer, *Decision making under uncertainty: theory and application*, MIT press, 2015. <https://doi.org/10.7551/mitpress/10187.001.0001>
- [4] J. Pahlke, S. Strasser, and F. M. Vieider, "Responsibility effects in decision making under risk," *Journal of Risk and Uncertainty*, 51(2), pp. 125-146, 2015. <https://doi.org/10.1007/s11166-015-9223-6>
- [5] O. Mulesa, V. Snytyuk, and I. Myronyuk, "Optimal alternative selection models in a multi-stage decision-making process," *EUREKA: Physics and Engineering*, (6), pp. 43-50, 2019. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2019.001005>
- [6] K. P. Tripathi, "Decision support system is a tool for making better decisions in the organization," *Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE)*, 2(1), pp. 112-117, 2011.
- [7] R. Accorsi, R. Manzini, and F. Maranesi, "A decision-support system for the design and management of warehousing systems," *Computers in Industry*, 65(1), pp. 175-186, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2013.08.007>
- [8] R. S. Castillo and A. Kelemen, "Considerations for a successful clinical decision support system," *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, 31(7), pp. 319-326, 2013. <https://doi.org/10.1097/NXN.0b013e3182997a9c>
- [9] O. F. Voloshyn and S. O. Mashchenko, "Modeli ta metody pryiniattia rishen," K.: Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr «Kyivskyi universytet», 2010.
- [10] O. A. Emec and N. YU. Ust'yan, "Igry s kombinatorynymi ogranicheniyami," *Kibernetika i sistemnyj analiz*, 2008.

Отримана в редакції 02.08.2021. Прийнята до друку 25.08.2021. Received 02 August 2021. Approved 25 August 2021. Available in Internet 31 September 2021.

УДК 621.928.93

АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЗАСІБ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ ПІД ЧАС ВАНТАЖНИХ ОПЕРАЦІЙ З ЗЕРНОВИМИ КУЛЬТУРАМИ У ПОРТАХ

Сандлер А.К., Савчук О.С.

Національний університет "Одеська морська академія", м. Одеса, Україна

E-mail: albertsand4@gmail.com

Copyright © 2021 by author and the journal "Automation of technological and business – processes".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI: 10.15673/atbp.v13i3.2145

Анотація. Забруднення повітря пилом промислового походження з початку сторіччя набуло характеру техногенної катастрофи. При цьому погіршення екологічного стану повітряного середовища чітко локалізується не тільки у промислових та транспортних районах, але й стало поширюватися на міста, селища й зони відпочинку. Обсяги шкідливих викидів зважених речовин становлять сотні тисяч кубічних метрів, і лише невелика їх частина проходить у безпечення в очисних спорудах підприємств. Внаслідок недосконалої технологічної й допоміжної очисної встаткування, недосконалої технологічних процесів перевантаження силучі вантажі, у морських та



річкових портах утворюються значні обсяги запиленого повітря. При цьому недостатньо висока ефективність очищення забрудненого повітря приводить до погіршення якості вантажів, надмірного зношування обладнання і різкому погіршенню екологічної обстановки. Одним з домінуючим фактором утворення забруднених зон є негативний вплив на здоров'я людей. Для боротьби з пиловим забрудненням використовують широкий спектр методів й засобів. Технічні засоби придушення пилу використовуються з різними фізико-хімічними властивостями, працюють у широкому діапазоні температур і концентрацій забруднюючих речовин. У той же час, внаслідок недосконалої відомих конструкцій і недостатнього розвитку теоретичних основ процесів, пилоочисні засоби нездатні ефективно вловлювати з газових потоків дрібні фракції пилу. В умовах, що склалися, доцільною стала розробка нового схемотехнічного рішення модифікатора. запропонований ротаційний пиловіддільник відрізняється тим, що корпус містить вихідні отвори та кришку у верхній частині, патрубок низьконапірного потоку та сопло високонапірного потоку, яке співвісне дифузору з лопатями, який сполучається з корпусом підшипниками та у верхній частині має отвори, що сполучаються з циліндричним фільтром, відокремленим від підшипників герметичним ущільненням.

Abstract. Air pollution by dust of industrial origin since the beginning of the century has acquired the character of a technogenic catastrophe. At the same time, the deterioration of the ecological state of the air environment is clearly localized not only in industrial and transport areas, but also began to spread to cities, towns and recreation areas. The volumes of harmful emissions of suspended solids are hundreds of thousands of cubic meters, and only a non-waste part of them passes will be provided in the treatment facilities of enterprises. Due to the imperfection of technological and auxiliary treatment equipment, imperfection of technological processes of transshipment of bulk cargo, significant volumes of dusty air are formed in sea and river ports. At the same time, insufficiently high efficiency of polluted air purification leads to deterioration of cargo quality, excessive wear of equipment and a sharp deterioration of the environmental situation. One of the dominant factors in the formation of contaminated areas is the negative impact on human health. A wide range of methods and tools are used to combat dust pollution. Technical means are used to suppress dust with different physical and chemical properties, work in a wide range of temperatures and concentrations of pollutants. At the same time, due to the imperfection of the known structures and the insufficient development of the theoretical foundations of the processes, dust cleaners are unable to effectively capture small fractions of dust from the gas streams. In the current conditions, it became expedient to develop a new circuit solution of the modifier. the proposed rotary dust separator differs in that the housing comprises outlets and a cover in the upper part, a low-pressure flow nozzle and a high-pressure flow nozzle coaxial with the diffuser with blades, which is connected to the bearing housing and, separated from the bearings by a sealed seal.

Ключові слова: пиловіддільник, ротаційний, дифузор.

Key words: dust separator, rotary, diffuser.

Вступ

Забруднення повітря пилом промислового походження з початку сторіччя набуло характеру техногенної катастрофи. При цьому погіршення екологічного стану повітряного середовища чітко локалізується на тільки у промислових та транспортних районах, але й стало поширюватися на міста, селища й зони відпочинку.

Обсяги шкідливих викидів зважених речовин становлять сотні тисяч кубічних метрів, і лише невелика їх частина проходить безпечення в очисних спорудах підприємств.

Внаслідок недосконалої технологічного й допоміжного очисного встаткування, недосконалої технологічних процесів перевантаження сипучі вантажі, у морських та річкових портах утворюються значні обсяги запиленого повітря. При цьому недостатньо висока ефективність очищення забрудненого повітря приводить до погіршення якості вантажів, надмірного зношування обладнання і різкому погіршенню екологічної обстановки. Одним з домінуючим фактором утворення забруднених зон є негативний вплив на здоров'я людей.

Для боротьби з пиловим забрудненням використовують широкий спектр методів й засобів.

Технічні засоби придушення пилу використовуються з різними фізико-хімічними властивостями, працюють у широкому діапазоні температур і концентрацій забруднюючих речовин. У той же час, внаслідок недосконалої відомих конструкцій і недостатнього розвитку теоретичних основ процесів, пилоочисні засоби нездатні ефективно вловлювати з газових потоків дрібні фракції пилу.

Тому вдосконалення конструкцій пилоочисних засобів, з метою підвищення їх ефективності очищення й зниження енерговитрат на процес очищення, є досить своєчасним та актуальним науково-технічним завданням [1 - 3].

Аналіз літературних даних і постановка проблеми

За останні десятиріччя у світі проведена велика кількість досліджень з підвищення енергоефективності пилоочисних засобів і створені нові вдосконалені конструкції.

У роботі [4] представлений коаксіальний протипотоковий ротаційний пиловіддільник, який складається з корпусу, патрубку тангенційного вводу пилогазового потоку, циліндричного тканого фільтру, осьової вихлопної труби, дросель-засувки, кінцевого днища і кінцевого сепаратору.

До недоліку роботи цього пристрою слід віднести низьку ефективність видалення пилогазової суміші, підвищений аеродинамічний опір та обмежені функціональні можливості пиловіддільника, а також низький експлуатаційний ресурс тканого фільтру.

Найбільш близьким за технічною сутністю та результатом, що досягається, до сучасних задач очищення робочого середовища від пилового забруднення, є коаксіальний протипотоковий ротаційний пиловіддільник, що складається з



корпусу, патрубку тангенційного вводу пилогазового потоку, циліндричного тканого фільтру, осьової вихлопної труби, дросель-засувки, конічного днища та конічного сепаратора диференційної дії, який складається з чотирьох окремих елементів-сегментів, розташованих рівномірно по колу [5].

Але застосуванням циліндричного тканого фільтру та тангенційного вводу пилогазового потоку обумовлюють ряд недоліків, які суттєво обмежують можливості пристрою, а саме:

- низька ефективність видалення пилогазової суміші;
- функціональні можливості ротаційного пиловіддільника;
- низький експлуатаційний ресурс тканого фільтру;
- підвищений аеродинамічний опір у тангенційному вводі;
- неможливість очищення фільтрувальних елементів без демонтажу пристрою.

Ціль і завдання дослідження

В умовах, що склалися, доцільною стала розробка нового схемотехнічного рішення модифікатора. Передбачалося, що конструктивне виконання повинне забезпечити пристрою:

- достатню ефективність видалення пилогазової суміші;
- великий експлуатаційний ресурс фільтру; можливість очищення без демонтажу пристрою;
- збереженість надійності, чутливості та простоти схемотехнічних рішень пиловіддільників відомих типів.

Для розв'язування поставленої задачі запропонована схема ротаційного пиловіддільника.

Результати досліджень

Суть схемотехнічного рішення пояснюється кресленням (рис. 1), де зображено корпус 1, який виконано разом з патрубком низьконапірного потоку 3.

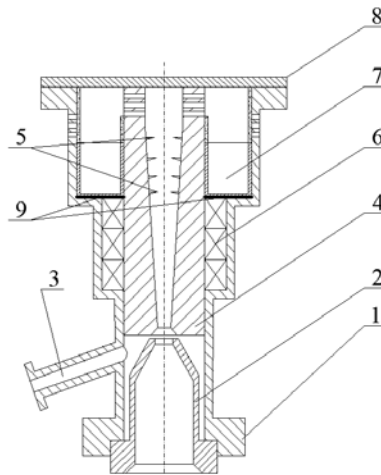


Рис. 1 – Ротаційний пиловіддільник: 1 – корпус; 2 – сопло високонапірного потоку; 3 – патрубок низьконапірного потоку; 4 – дифузор; 5 – лопаті дифузору; 6 – підшипники; 7 – циліндричний фільтр; 8 – кришка пиловіддільника; 9 – герметичне ущільнення; 10 – отвори у дифузори; 11 – отвори у корпусі.

У корпусі міститься сопло високонапірного потоку 2 та розташований на одній осі з ним дифузор 4. Дифузор на внутрішньому боці має лопаті 5, а зовнішнім боком сполучений з підшипниками 6, які зафіксовані у корпусі та відокремлені від інших елементів герметичним ущільненням 9. У верхній частині дифузору виконані отвори лананої конфігурації 10. Між ділянкою дифузора з отворами та корпусом міститься циліндричний фільтр 7. Фільтр є циліндричної тороподібної форми і виконаний металеві сітки. У корпусі проти отворів у дифузори виконані отвори 11 для виходу очищеної повітряної суміші. Зверху дифузор та фільтр закриваються кришка пиловіддільника 8.

Забруднена повітряна суміш надходить до сопла високонапірного потоку дифузору. Завдяки лопатям дифузору надається обертальний рух, що викликає додаткове збільшення швидкості повітряної суміші. Коли суміш потрапляє отвори дифузора, то за рахунок їх лананої геометрії виникає різке зниження швидкості потоку на виході з отворів (рис. 2).

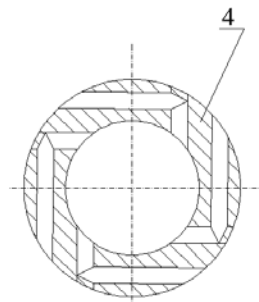


Рис. 2 – Схема отворів у дифузори пиловіддільника: 4 – дифузор



В наслідок чого крупні фракції забруднення потрапляють на дно фільтра. Середні та малі фракції потрапляють на сітку фільтра. Очищена повітряна суміш повертається до приміщення.

Одночасно, через окремі трубопроводи та патрубок низьконапірного потоку повітря від блоків електронної апаратури, що міститься у постах управління машинами та виробництвами, надходить до пиловіддільнику. У такий спосіб здійснюється не тільки додаткове очищення повітря, але й охолодження апаратури.

При забрудненні фільтру він обертається навколо своєї осі. Таким чином між отворами у дифузори та корпусі встановлюється чиста ділянка фільтру.

Таким чином запропонований ротаційний пиловіддільник відрізняється тим, що корпус містить вихідні отвори та кришку у верхній частині, патрубок низьконапірного потоку та сопло високонапірного потоку, яке співвісне дифузору з лопатями, який сполучається з корпусом підшипниками та у верхній частині має отвори, що сполучаються з циліндричним фільтром, відокремленим від підшипників герметичним ущільненням.

У статичному режимі (калібрування) фіксуються відповідні данні та поправки, що враховують температуру навколишнього середовища та втрати в усіх елементах ротаційного пиловіддільника.

У динамічному режимі (очищення повітряної суміші), після отримання сигналу від волоконно-оптичного датчика [6, 7], автоматизована система управління (АСУ) вмикає повітряний насос і забруднена повітряна суміш надходить до сопла високонапірного потоку дифузору. Після очищення повітряна суміш повертається до приміщення. Одночасно, через окремі трубопроводи та патрубок низьконапірного потоку повітря від блоків електронної апаратури, що міститься у постах управління машинами та виробництвами, надходить до пиловіддільнику. У такий спосіб здійснюється не тільки додаткове очищення повітря, але й охолодження апаратури. Після того як волоконно-оптичний датчик зафіксує зниження забруднення повітря до припустимих значень, АСУ вимикає насос.

У другому динамічному режимі (очищення миючою рідиною), АСУ закриває трубопроводи низького тиску та вмикає подачу через патрубок низького тиску миючого розчину. Миючий розчин застосовується для видалення забруднень у отворах дифузора та корпусу, а також сітки фільтра.

Висновки

Технічний ефект досягається завдяки тому, що комбінація механічних елементів забезпечує:

- необхідну ефективність видалення пилогазової суміші;
- достатні функціональні можливості ротаційного пиловіддільника;
- великий експлуатаційний ресурс фільтру;
- можливість очищення фільтрувальних елементів без демонтажу пристрою.

Застосування запропонованої моделі пристрою, крім того, дозволить підвищити екологічну безпеку і ефективність різних типів технологічних процесів у всіх елементах вантажного комплексу, та позитивно вплине на здоров'я людей в цілому.

Список використаних джерел

- [1].Рыжов, В. И., Приемов, С. И., Тимошенко А. Г. Повышение энергоэффективности циклонных пылеуловителей. Электронный ресурс. [Режим доступа]: <http://journals.uran.ua/eejet/article/download>.
- [2]. Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты пылеочистки. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. – 210 с.
- [3].Василевский, М. В. Обеспыливание газов инерционными аппаратами: монография/ М.В. Василевский – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 258 с.
- [4].Патент № 142638. МПК7 G01D 45/14 (2006.01). Коаксіальний протипотоковий ротаційний пиловіддільник / С. І. Мовчан, Л. М. Даченко, В. П. Скиба, Н. В. Тарусова, А. О. Ангеловська. – u201910374; – заявл. 15.10.2019; опубл. 25.06.2020, бюл. № 12.
- [5].Патент № 147205. МПК B01D 45/14 45/14 (2006.01). Коаксіальний протипотоковий ротаційний пиловіддільник / С. І. Мовчан, В. П. Скиба, Н. М. Вознюк, О. О. Дереза, А. Ю. Якунічева; Володілець: Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Дмитра Моторного. – u202006663. – заявл. 16.10.2020; опубл. 21.04.2021, бюл. № 16.
- [6].Сандлер, А. К., Опрышко, М. О. Волоконно-оптический датчик контроля состояния технических жидкостей и газов // X міжнародна науково-методична конференція "Суднова електроінженерія, електроніка і автоматика", 24.11.2020 - 25.11.2020 р.: матеріали конференції. – Одеса: НУ "ОМА". – 2020. – С. 63-68.
- [7].Сандлер, А. К. Метод підвищення ефективності діагностування технічного стану суднових газотурбінних установок на основі волоконно-оптичних технологій: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20. – К., 2021. – 159 с.

References

- [1].Ryzhov, V. I., Priemov, S. I., Timoshenko A. G. Povysheniye energoeffektivnosti tsiklonnykh pyleulo-viteley. [Improving the energy efficiency of cyclone dust collectors]. Electronic resource. [Access mode]: <http://journals.uran.ua/eejet/article/download>. [in Russian].
- [2].Vetoshkin, A.G. (2005). Protsessy i apparaty pyleochistki. [Dust cleaning processes and devices]. - Penza: Izd-vo Penz. gos. un-ta. - 210 p. [in Russian].
- [3].Vasilevsky, M. V. (2008). Obespylivaniye gazov inertsiionnymi apparatami. [Dedusting of gases by inertial apparatuses]. – Tomsk: Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. – 258 p. [in Russian].



- [4]. Patent No. 142638. IPC7 G01D 45/14 (2006.01). Koaksial'nyy protypotokovyy rotatsiynyy pylovid-dil'nyk. [Coaxial counter-current rotational saw-cut] / S. I. Movchan, L. M. Datsenko, V. P. Skiba, N. V. Tarusova, A. O. Angelovska. – u201910374; – app. 10/15/2019; publ. 06/25/2020, bul. No. 12. [in Ukraine].
- [5]. Patent № 147205. IPC B01D 45/14 45/14 (2006.01). Koaksial'nyy protypotokovyy rotatsiynyy pylo-viddil'nyk. [Coaxial counterflow rotary dust separator] / SI Movchan, VP Skiba, NM Voznyuk, OO Dereza, A. Yu. Yakunicheva; Owner: Tavriya State Agrotechnological University. Dmitry Motorny. – u202006663. – application 10/16/2020; publ. 21.04.2021, bul. № 16. [in Ukraine].
- [6]. Sandler, A. K., Opryshko, M. O. (2020). Volokonno-optycheskyy datchyk kontrolya sostoyannya tekhnicheskyykh zhyd-kostey u hazov. [Fiber-optic sensor for monitoring the state of technical liquids and gases] // X International Scientific and Methodological Conference "Ship Electrical Engineering, Electronics and Automation", 24.11.2020 - November 25, 2020: conference materials. - Odessa: NU "OMA". - P. 63-68. [in Ukraine].
- [7]. Sandler, A. K. (2021). Metod pidvyshchennya efektyvnosti diahnostuvannya tekhnichnoho stanu sudnovykh hazoturbin-nykh ustanovok na osnovi volokonno-optychnykh tekhnolohiy. [Method of increasing the efficiency of diagnosing the technical condition of ship gas turbine plants on the basis of fiber-optic technologies]: dis. ... cand. tech. Science: 05.22.20. – Kyiv: - 159 p. [in Ukraine].

Отримана в редакції 10.08.2021. Прийнята до друку 25.08.2021. Received 10 August 2021. Approved 25 August 2021. Available in Internet 31 September 2021.

УДК [621.867.3:622.612]:658.5

ЗАМКНУТІ САР З ПРОГНОЗУВАННЯМ: АНАЛІЗ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВАРІАНТІВ СРУКТУР

Степанов М.Т.

ОНАХТ (Україна)

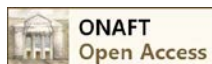
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1297-5537>

E-mail: stepanov197818@gmail.com

Copyright © 2021 by author and the journal "Automation of technological and business – processes".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI: [10.15673/atbp.v13i3.2144](https://doi.org/10.15673/atbp.v13i3.2144)

Анотація. У статті розглядається системи автоматичного регулювання які реалізують алгоритми керування з прогнозуванням складових вільного та вимушеного руху на час запізнення вперед в замкненому контурі. Проводиться порівняльний аналіз їх роботи у перехідних та сталих режимах роботи, а також запасів стійкості які вони забезпечують. Об'єкти технологічного типу досить часто мають велику інерційність в каналах регулювання яка пов'язаною не тільки з чистим запізненням, але, більшою мірою з акумуляцією речовини і енергії, так званим ємнісним запізненням. Повна або часткова компенсація цієї інерційності може в значній мірі поліпшити якість регулювання для таких об'єктів. На практиці для компенсації впливу запізнення на динаміку власного руху часто використовують системи з упереджувачем Сміта які значно розширюють запас стійкості систем і забезпечують їх працездатність в умовах нестационарних властивостей об'єкта керування. Також прогнозування використовується у системах керування з прогнозуючою моделлю, в яких керуючий вплив на кожному кроці розраховується за рахунок вирішення оптимізаційної задачі на основі математичної моделі об'єкта керування. Ці системи також застосовують для керування об'єктами технологічного типу, зокрема рекомендують до застосування при керуванні багатоканальними об'єктами канали яких пов'язані між собою через дію перехресних зв'язків. В якості альтернативи вказаним системам запропонована система регулювання з прогнозуванням вимушеного руху в замкненому контурі якої введено алгоритм прогнозування в реальному часі на основі кубічного сплайну. Проведено структурний та оптимальний параметричний синтез альтернативних варіантів систем автоматичного регулювання. В якості базового регулятора було обрано типовий ПІД-регулятор. Порівняльний аналіз оптимальних систем, проведений в часовій і частотних областях, показав перевагу системи регулювання, що реалізує принцип керування за прогнозом на основі кубічного сплайну. При аналізі роботи систем за каналом дії неконтрольованих збурень система регулювання з прогнозуванням по кубічному сплайну забезпечує зниження інтегрального і прямих показників якості перехідних процесів до 40%. Перевірка на грубість систем автоматичного регулювання показала, що система автоматичного регулювання з прогнозуванням регульованої змінної за кубічним сплайном має приблизно однаковий запас стійкості за часом запізнення та трошки нижчий запас стійкості за коефіцієнтом передачі об'єкта керування, ніж система з упереджувачем Сміта.



Abstract. The article considers automatic control systems that implement control algorithms with prediction of the components of free and forced motion for the time of delay in a closed loop. A comparative analysis of their work in transient and stable modes of operation, as well as the reserves of stability that they provide. Objects of a technological type quite often have a large inertia in the control channels associated not only with a pure delay, but, to a greater extent, with the accumulation of matter and energy, the so-called capacitive delay. Full or partial compensation of this inertia can significantly improve the quality of regulation for such objects. In practice, Smith's anticipatory systems are often used to compensate for the effect of the delay on the dynamics of self-motion, which significantly expand the stability of the systems and ensure their operability in conditions of non-stationary properties of the control object. Forecasting is also used in control systems with a predictive model, in which the control effect at each step is calculated by solving an optimization problem based on a mathematical model of the control object. These systems are also used for the control of technological objects, in particular, recommended for use in the control of multi-channel objects whose channels are interconnected through the action of cross-links. As an alternative to these systems, a control system with predicted forced motion in a closed loop is proposed, which introduces a real-time prediction algorithm based on a cubic spline. The structural and optimal parametric synthesis of alternative variants of automatic control systems is carried out. A typical PID controller was chosen as the basic controller. Comparative analysis of optimal systems, conducted in the time and frequency domains, showed the advantage of the control system, which implements the principle of control by forecast based on the cubic spline. When analyzing the operation of systems along the channel of action of uncontrolled perturbations, the control system with prediction of the cubic spline provides a reduction of integrated and direct quality indicators of transients up to 40%. A check on the roughness of the automatic control systems showed that the automatic control system with prediction of the variable on the cubic spline has approximately the same margin of safety over dead time and a slightly lower margin of stability for the transfer factor of the control object than the Smith biased system.

Ключові слова: прогнозування, кубічний сплайн, прогнозуюча модель, система автоматичного регулювання, запас стійкості

Keywords: prediction, cubic spline, prediction model, automatic control system, robust control.

Вступ

Основними характеристиками замкнених САР є якість регулювання і стійкість. Якість регулювання визначається динамічною та статичною точністю САР. Максимально досяжна динамічна точність САР багато в чому обмежується запізненням і інерційністю каналів об'єкта керування. Об'єкти технологічного типу досить часто мають велику інерційність в каналах регулювання, пов'язаною не тільки з чистим запізненням, але, більшою мірою з акумуляцією речовини і енергії, так званім ємнісним запізненням. Повна або часткова компенсація цієї інерційності може в значній мірі поліпшити якість регулювання для таких об'єктів. На практиці для компенсації впливу запізнення на динаміку власного руху часто використовують системи з упереджувачем Сміта [1] які значно розширюють запас стійкості систем і забезпечують їх працездатність в умовах нестационарних властивостей об'єкта керування. Також прогнозування використовується у системах керування з прогнозуючою моделлю (Model Predictive Control) [2], в яких керуючий вплив на кожному кроці розраховується за рахунок вирішення оптимізаційної задачі на основі математичної моделі об'єкта керування. Ці системи також застосовують для керування об'єктами технологічного типу, зокрема рекомендують до застосування при керуванні багатоканальними об'єктами канали яких пов'язані між собою через дію перехресних зв'язків. В якості альтернативи вказаним системам запропонована система регулювання з прогнозуванням вимушеного руху в замкнутий контур якої введено алгоритм прогнозування $u(t)$ в реальному часі на основі кубічного сплайну. В запропонованій САР виконано перехід від загальноприйнятого принципу регулювання по поточному значенню вихідної величини $y(t)$ до принципу регулювання за прогнозом $y(t + \tau_{пр})$. Це означає що обчислення керуючого впливу (положення регулюючого органу) $U(t)$ проводиться не за поточним значенням регульованої величини $y(t)$, а по прогнозованому значенню $y(t + \tau_{пр})$ у майбутньому.

Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Аналіз сучасних підходів [2,3,4] підтверджує актуальність використання прогнозування в алгоритмах керування сучасних САР. Прогнозування в САР може здійснюватися за різними методами.

Керування з прогнозуючою моделлю (MPC) використовується у переробній промисловості на хімічних та нафтопереробних заводах починаючи з 1980-х років. В останні роки цей метод керування також використовується в системах балансування енергосистем, в силовій електроніці [2], у системах перетворення енергії вітру [3] та на підприємствах по очищенню стічних вод [3]. В алгоритмах MPC використовуються динамічні моделі процесів, частіше за всього лінійні емпіричні моделі які отримані шляхом ідентифікації моделі об'єкта керування (ОК). Для спрощеної моделі об'єкта і початкових умов виконується прогнозування поведінки під впливом керуючого сигналу на деякому кінцевому відрізку часу, званому горизонт прогнозу (Prediction Horizon). Виконується оптимізація керуючого сигналу з урахуванням всього комплексу обмежень, накладених на керуючі і регульовані змінні знаходиться оптимальне керування. На часовому відрізку, визначеному одним кроком обчислення який становить фіксовану малу частину горизонту прогнозу, званому горизонтом керування (Control Horizon), реалізується знайдене оптимальне керування. По закінченню інтервалу здійснюється вимір фактичного стану, які приймаються за нові початкові умови. Горизонт прогнозу зсувається на крок вперед, і знов повторюються етапи розрахунку керуючої дії. Використання MPC для керування промисловими об'єктами підтримується зокрема фірмою Siemens у бібліотеці підпрограм SIMATIC PCS7 APC-Library (Advanced Process Library) яка розповсюджується для відомого середовища розробки прикладного програмного забезпечення - PCS 7. Також цією бібліотекою підтримується реалізація систем



регулювання з упереджувачем Сміта. Системи з упереджувачем Сміта часто застосовуються для керування нестационарними об'єктами харчової промисловості з запізненням в каналах керування [1]. Розглянуті алгоритми розширюють запас стійкості систем і забезпечують зниження помилок відтворення більш ефективно ніж помилок стабілізації.

Результати досліджень [4-7] показують що для керування об'єктами технологічного типу можна також запропонувати систему регулювання з прогнозуванням вимушеного руху в замкнутий контур якої введено алгоритм прогнозування $y(t)$ в реальному часі. Регульовану змінну $y(t)$ в об'єктах технологічного типу відфільтровану від шумів можна розглядати як багатократно диференційовану функцію часу і вести прогнозування її значень у реальному часі на основі, наприклад, кубічного сплайну. Таким чином ми отримуємо САР в якій виконано перехід від загальноприйнятого принципу регулювання по поточному значенню вихідної величини $y(t)$ до принципу регулювання за прогнозом $y(t + \tau_{np})$. Оцінити ефективність такої системи в порівнянні з системами на базі алгоритмів MPC та упереджувача Сміта є завданням даного дослідження.

Мета та задачі дослідження

Метою дослідження є визначення динамічної точності і запасу стійкості САР яка реалізує принцип керування за прогнозом на основі кубічного сплайну для об'єктів технологічного типу в порівнянні з САР з упереджувачем Сміта та системами керування з прогнозуючою моделлю. Для досягнення визначеної мети необхідно провести структурний і оптимальний параметричний синтез САР з упереджувачем Сміта і з прогнозуючою моделлю та САР яка реалізує принцип керування за прогнозом. Після цього провести порівняльний аналіз цих систем.

Методи і матеріали досліджень

Для проведення досліджень в якості основного методу будемо використовувати метод імітаційного моделювання в середовищі Simulink системи Matlab. Для цього на першому етапі розробимо структурні схеми САР, визначимо регулятор, віртуальний тестовий ОК (ВТОК), критерій оцінки якості роботи САР, модель упереджувача Сміта і проведемо для моделі кубічного сплайну розрахунок співвідношень, що дозволяють оцінювати його параметри в реальному часі і вести розрахунок прогнозного значення регульованої змінної. Структурні схеми САР яка реалізує принцип керування за прогнозом, САР з упереджувачем Сміта та САР з прогнозуючою моделлю наведені на рис.1.

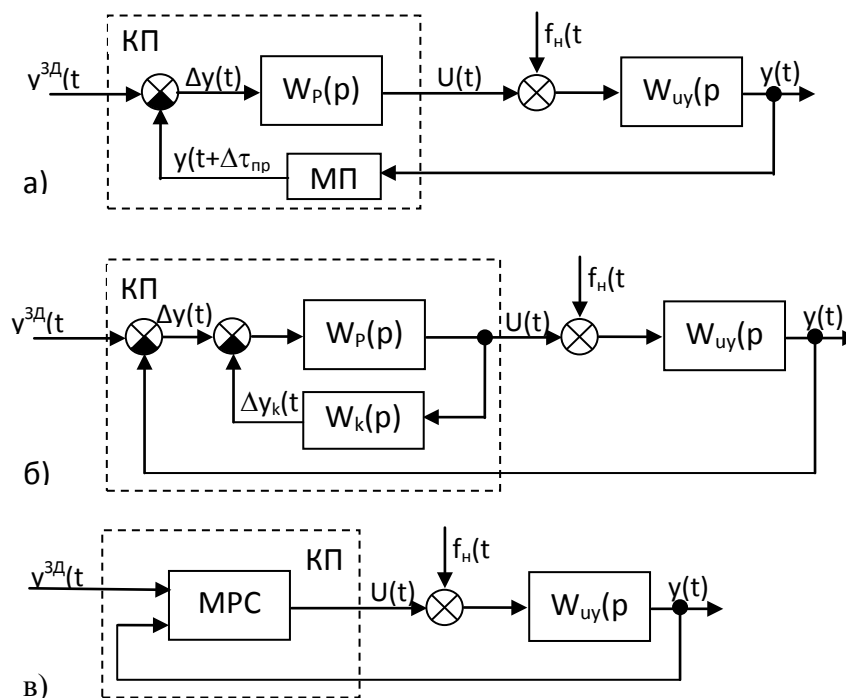


Рис. 1 – Структурні схеми САР з модулем прогнозування в її контурі зворотного зв'язку (а), з упереджувачем Сміта (б), з прогнозуючою моделлю (в) ($W_p(p)$ - передаточна функція ПІД регулятора; $W_{uy}(p)$ - передаточна функція ОК за каналом керування; МП – модуль прогнозування; $W_k(p)$ - передаточна функція упереджувача Сміта; MPC – регулятор з прогнозуючою моделлю).

В якості регулятора будемо використовувати ПІД - регулятор з реальним диференціатором. Для проведення оптимального параметричного синтезу САР і оцінки якості її роботи в перехідних режимах скористаємося інтегральним квадратичним показником якості (1), а оцінку якості її роботи в сталих режимах будемо проводити за показником (2):



$$I_1 = \int_{t_1}^{t_1+T_{\text{мод}}} (y^{\text{зд}}(t) - y(t))^2 dt, \quad (1)$$

$$I_2 = \sqrt{\frac{1}{T_{\text{мод}}} \int_{t_1}^{t_1+T_{\text{мод}}} (y^{\text{зд}}(t) - y(t))^2 dt}, \quad (2)$$

де $T_{\text{мод}}$ – час моделювання, t_1 – час початку відліку.

Модель об'єкта керування розглянемо зі статичними властивостями за каналом керування. Передаточна функція віртуального тестового ОК (ВТОК) має наступний вигляд.

$$W_{\text{уy}}^o(p) = \frac{k_o}{(T_1 p + 1)^6 (T_2 p + 1)} \quad (3)$$

де T_1 - постійна часу що характеризує емнісне запізнення, T_2 - постійна часу, k_o - коефіцієнт передачі ОК. При цьому постійна часу $T_1 \ll T_2$. Для проведення досліджень були прийняті наступні базові значення параметрів ВТОУ: $T_1 = 0.5$, $T_2 = 7$, $k_o = 1.2$.

На рис.2 представлена нормована перехідна характеристика ВТОУ по каналу керування з ілюстрацією процедури параметричної ідентифікації моделі першого порядку за методикою Мініної.

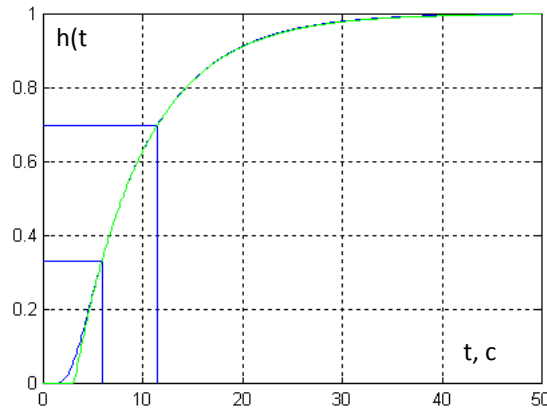


Рис. 2 – Ілюстрація процедури параметричної ідентифікації моделі ОК (методика Мініної) за каналом керування.

Передаточна функція моделі першого порядку по каналу керування.

$$W_{\text{уy}}(p) = \frac{1.2e^{-3.1p}}{7p + 1} \quad (4)$$

Передаточна функція упереджувача Сміта прийме наступний вигляд.

$$W_k(p) = \frac{k_o(1 - e^{-\tau_o p})}{T_o p + 1} = \frac{1.2(1 - e^{-3.1p})}{7p + 1} \quad (5)$$

Модуль прогнозування по кубічному сплайну будемо реалізовувати на основі наступного виразу:

$$y(t + \Delta \tau_{\text{пр}}) = \bar{y}(t) + d(t)(t + \Delta \tau_{\text{пр}})^3 + c(t)(t + \Delta \tau_{\text{пр}})^2 + b(t)(t + \Delta \tau_{\text{пр}}) + a(t), \quad (6)$$

$$\Delta \tau_{\text{пр}} \in [0, \tau_{\text{пр}}].$$

Тоді, якщо вдасться знайти значення трьох похідних цих оцінок в момент часу $t = t_0$, то оцінки значень коефіцієнтів в (6) визначаються з простих і зручних для розрахунку в реальному часі співвідношень:

$$d(t_0) = \ddot{y}(t_0)/6,$$

$$c(t_0) = (\dot{y}(t_0) - \ddot{y}(t_0)t_0)/2,$$

$$b(t_0) = \dot{y}(t_0) - \ddot{y}(t_0)t_0 + \ddot{y}(t_0)t_0^2/2,$$

$$a(t_0) + \bar{y}(t_0) = y(t_0) - \dot{y}(t_0)t_0 + \ddot{y}(t_0)t_0^2/2 - \ddot{y}(t_0)t_0^3/6, \quad (7)$$

а прогнозовані на $\tau_{\text{пр}}$ вперед значення необхідних оцінок розраховуються з виразів:



$$y(t_0 + \tau_{pp}) = d(t_0)(t_0 + \tau_{pp})^3 + c(t_0)(t_0 + \tau_{pp})^2 + b(t_0)(t_0 + \tau_{pp}) + a(t_0) + \bar{y}(t_0), \quad (8)$$

Необхідною умовою роботи алгоритму, є щоб $y(t)$ була триразово диференційованою. Ця умова цілком здійсненна, так як змінні на виході ОК, відфільтровані від шумів, як правило, є багато разів диференційованими.

У розглянутому сплайні розрахунок коефіцієнтів ведеться в припущенні, що в момент t_0 відомі значення самої змінної і всіх необхідних похідних. У разі цифрової реалізації алгоритму керування, а саме вона передбачається як основна, похідні обчислюються за значеннями решітчастої функції $f_k(nT_{KB})$, $n = 0, \infty$, з кроком квантування T_{KB} .

Для проведення порівняльного аналізу роботи САР введемо такі позначення: САРП_К - САР реалізує принцип управління за прогнозом на основі кубічного сплайну (8); САР_УС - САР реалізує принцип управління за станом з упереджувачем Сміта (5); САР_MPC - САР реалізує принцип управління з прогнозуючою моделлю.

На першому етапі досліджень проведемо оптимальний параметричний синтез (ОПС) САР за критерієм (1) при фіксованих параметрах моделі ОУ без модулів прогнозування. А потім в замкнутий контур отриманої САР з оптимальними параметрами регулятора введемо модулі прогнозування з лінійним прогнозом і прогнозом по кубічному сплайну та упереджувач Сміта. Налаштування САР_MPC проведемо інтегруючи модель ОК (4) в алгоритм MPC реалізований в Simulink. Схеми моделювання САР з ПІД регулятором і результати оптимального параметричного синтезу представлені на рис.3.

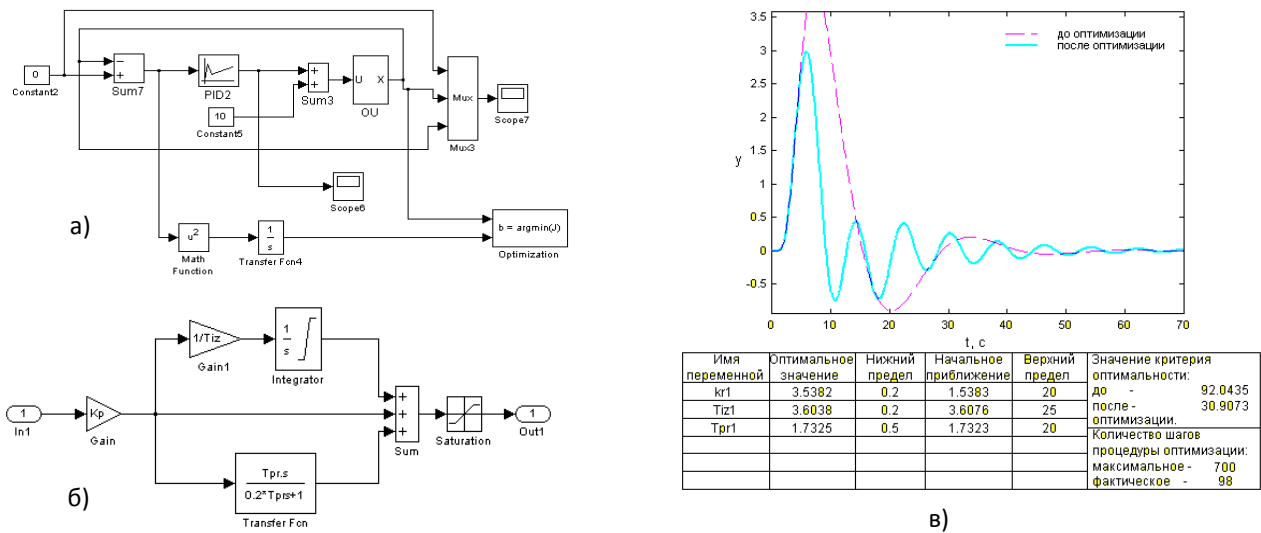


Рис. 3 – Схема моделювання САР (а) з розкритою підсистемою ПІД регулятора (б), результати її оптимального параметричного синтезу (в) при фіксованих значеннях параметром моделі ВТОК.

Для дослідження роботи систем у сталих режимах роботи була сформована модель неконтрольованих збурень у вигляді випадкового процесу. Реалізація випадкового процесу і його імовірнісні статичні та динамічні характеристики наведено на рис.4.

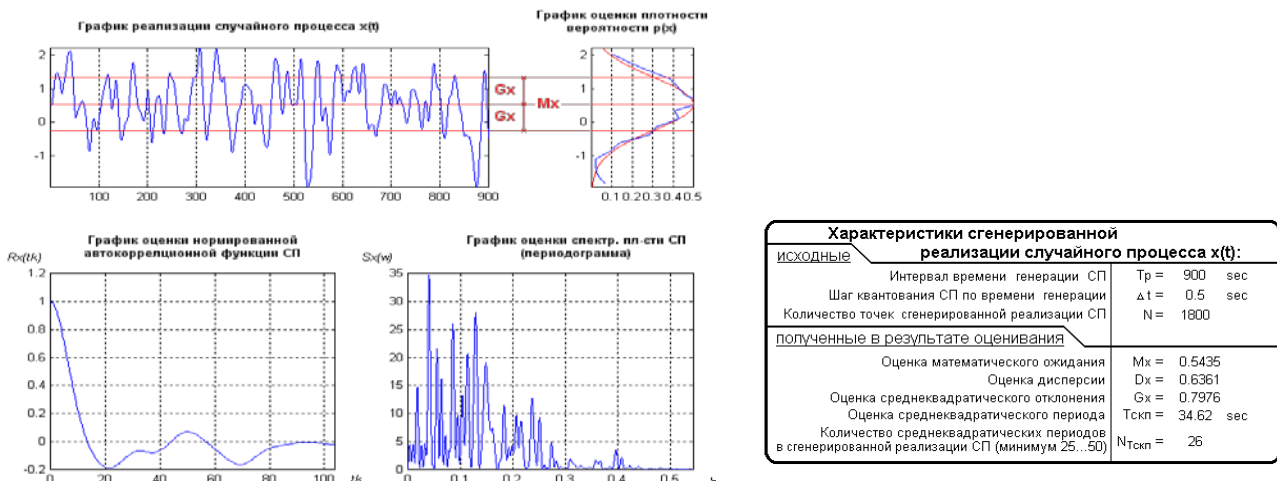


Рис. 4 – Реалізація неконтрольованих збурень та їх імовірнісні характеристики.

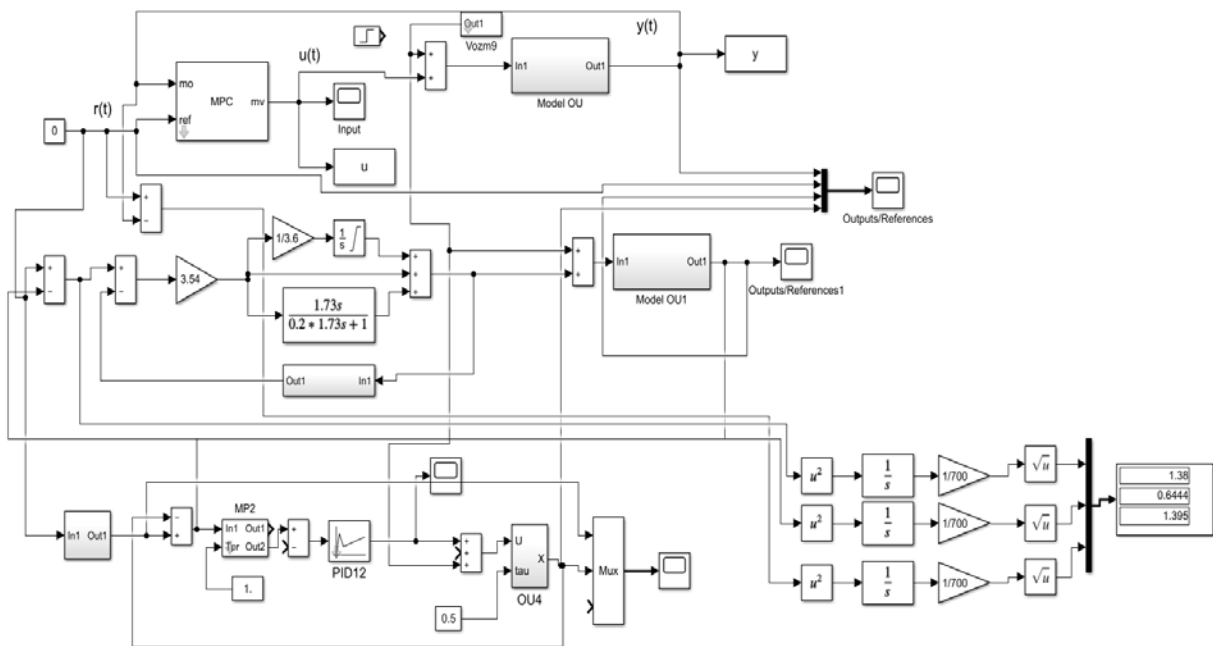


Рис. 5 – Схема моделювання для проведення порівняльного аналізу роботи досліджуваних САР.

Результати досліджень та їх обговорення

На рис. 4 представлені перехідні характеристики САР, а на рис.5 результати моделювання у сталих режимах роботи при дії неконтрольованих збурень випадкового характеру. За результатами моделювання бачимо що САР з прогнозуючою моделлю та упереджувачем Сміта мають схожі динамічні властивості. Це обумовлено використанням в обох алгоритмах керування однакової моделі ОК для прогнозування керуючої дії. Система з алгоритмом прогнозування на основі кубічного сплайну забезпечує більшу динамічну точність за каналом дії неконтрольованих збурень. Максимальне динамічне відхилення у перехідних режимах роботи та середньоквадратичне відхилення у сталих режимах роботи приблизно у двічі менше ніж у системах з прогнозуючою моделлю та упереджувачем Сміта. Але запаси стійкості за коефіцієнтом передачі та часом запізнення у цих систем набагато більші.

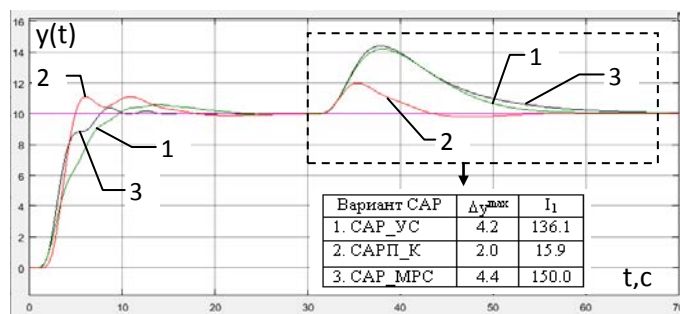


Рис.6 – Перехідні характеристики досліджуваних варіантів САР
(1 – САР_УС, 2 - САРП_К, 3 – САР_МРС).

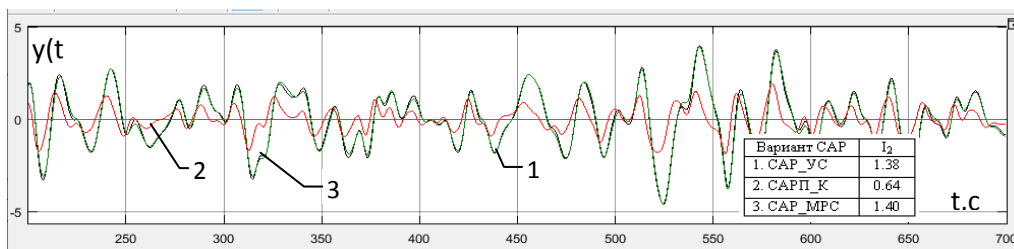


Рис. 7 – Результати моделювання САР у сталому режимі роботи при дії випадкових неконтрольованих збурень
(1 – САР_УС, 2-САРП_К, 3 – САР_МРС).

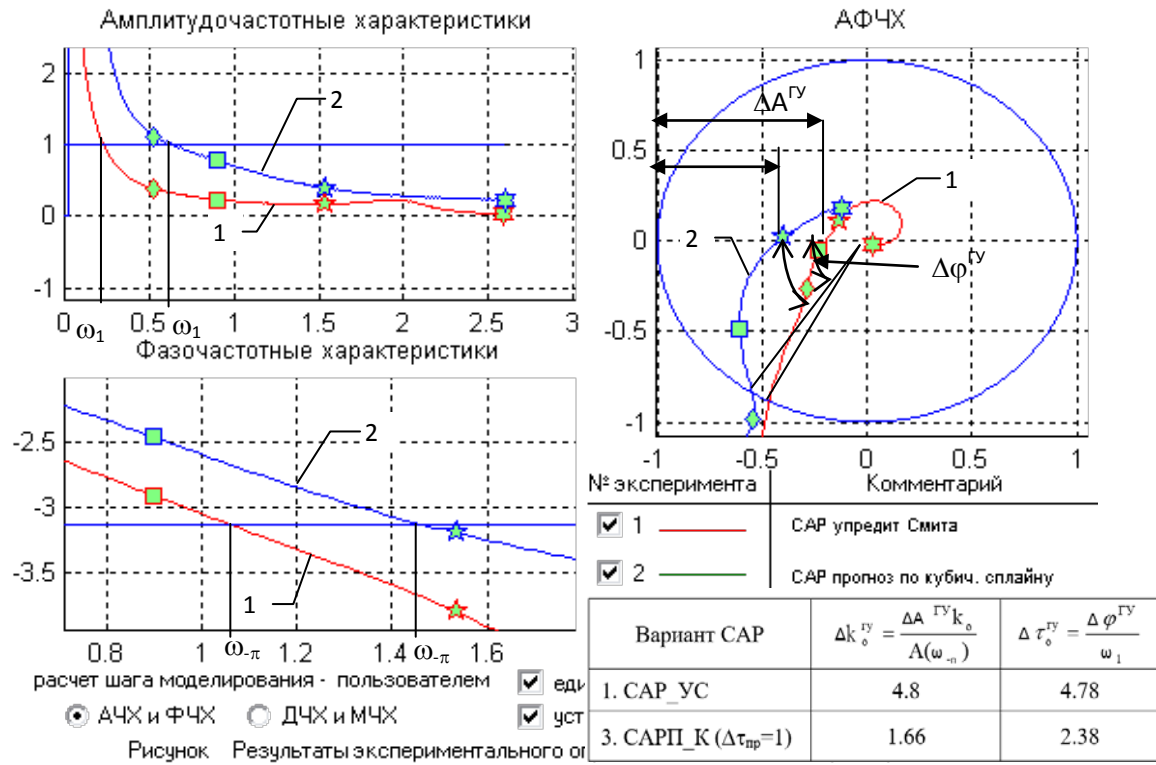


Рис. 8 – Частотні характеристики розімкнугих САР з розрахунком значень їх запасів стійкості за коефіцієнтом передачі Δk_o^{ry} і часом запізнєння $\Delta \tau_o^{ry}$ в моделі ОК (1-САР_УС, 2 – САРП_К).

Отримані результати є попередніми і не дозволяють зробити висновок про перевагу одного з варіантів систем. Для більш точної оцінки ефективності роботи розглянутих варіантів систем проведемо їх ОПС в однакових умовах і проаналізуємо їх роботу.

Налаштування САР з прогнозуючою моделлю проводимо з використанням існуючого в системі Matlab програмного інструментального засобу рис.9. Налаштування САР фактично зводиться до вибору вагових коефіцієнтів у критерії який використовується для вирішення задачі оптимізації в алгоритмі MPC.

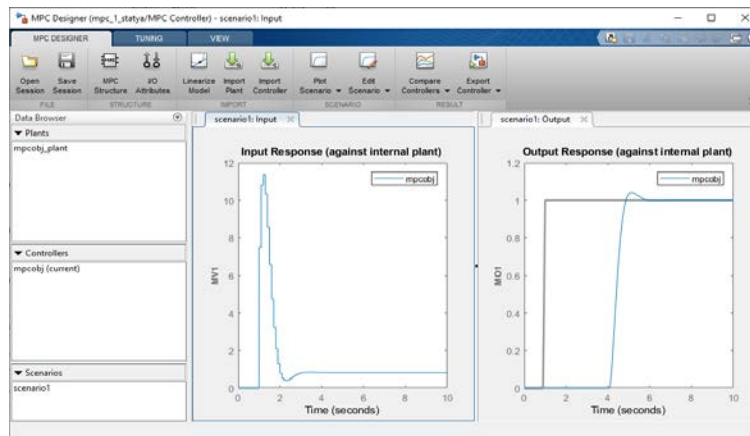


Рис. 9 – Головне вікно програми налаштування САР з прогнозуючою моделлю (MPC).

Проведене налаштування з використанням штатної програми не дозволило значно покращити динамічну точність САР за каналом дії неконтрольованих збурень і зменшити похибки стабілізації. Зміна налаштувань може приводити до значного збільшення часу переходного процесу (рис. 10 (а)), чи наближувати систему до межі стійкості (рис. 10 (б)). Тому у подальших дослідженнях направлених на зменшення похибок стабілізації будемо розглядати тільки системи САР_УС та САРП_К.

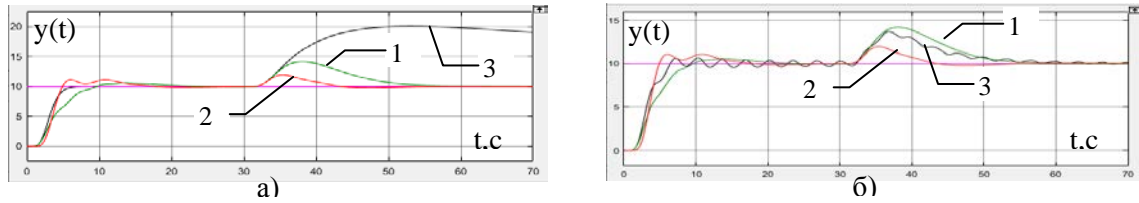


Рис. 10 – Перехідні характеристики досліджуваних варіантів САР при різних налаштуваннях алгоритму MPC. (1 – САР_УС, 2 - САРП_К, 3 – САР_МРС).

Об'єкти технологічного типу мають значний рівнем невизначеності і нестационарності їх параметрів. Тому оптимальний параметричний синтез САР будемо проводити в умовах параметричної невизначеності моделі ОК. В цьому випадку параметри моделі ОУ будуть задано не фіксованими значеннями, а діапазонами їх зміни $k_0 \in [0.96...1.44]$, $T_1 \in [0.4...0.6]$. ОПС в умовах параметричної невизначеності моделі ОК дозволить забезпечити стійкість САР для заданого діапазону зміни параметрів ОУ і приблизно однаковий запас стійкості САР за коефіцієнтом передачі і часу запізнювання. На рис. 11 і 12 представлені результати ОПС САРП_К і САР_УС, а також результати перевірки цих систем на грубість, що підтверджують їх стійкість і працездатність в заданому діапазоні зміни параметрів ОК.

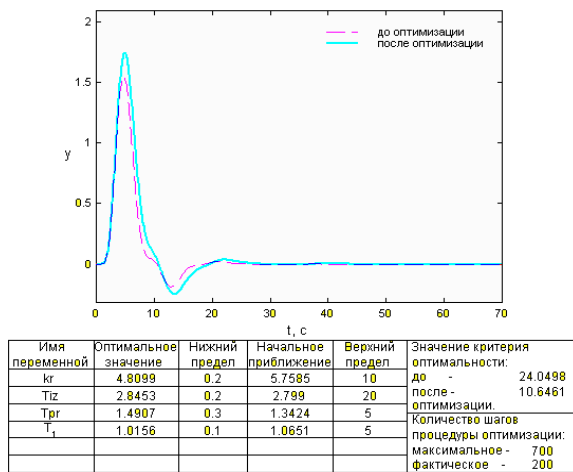


Рис. 11 – Результати оптимального параметричного синтезу і перевірки грубості САР з ПІД регулятором яка реалізує принцип управління за прогнозом на основі кубічного сплайну.

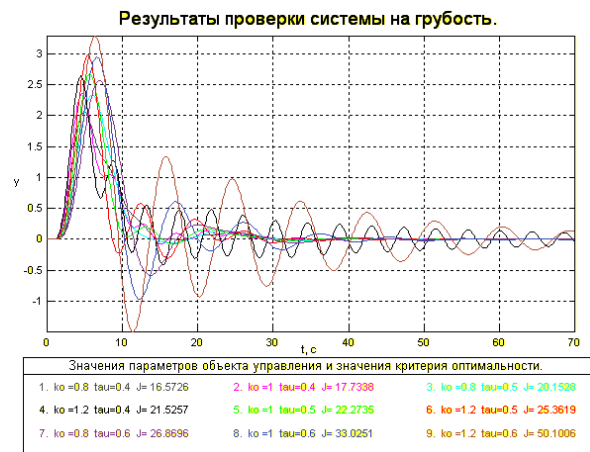
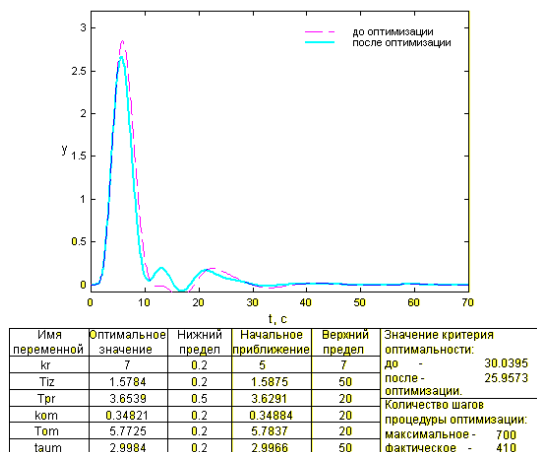


Рис. 12 – Результати оптимального параметричного синтезу і перевірки грубості САР з ПІД регулятором яка реалізує принцип управління за відхиленням з упереджувачем Сміта.

Проведемо порівняльний аналіз отриманих САР при номінальних значеннях параметрів ОК. На рис. 13 представлені перехідні характеристики САР, а на рис.14 результати моделювання у сталих режимах роботи при дії неконтрольованих збурень випадкового характеру. За результатами моделювання бачимо що САР з алгоритмом прогнозування на основі кубічного сплайну забезпечує більшу динамічну точність за каналом дії неконтрольованих збурень ніж САР з упереджувачем Сміта. Максимальне динамічне відхилення у перехідних режимах роботи приблизно на 40% менше, а інтегрально-квадратичний критерій I_1 менше майже у три рази. У сталих режимах роботи



САР з алгоритмом прогнозування на основі кубічного сплайну також забезпечує приблизно 40% зниження значення критерію I_2 в порівнянні з системою з упереджувачем Сміта. На рис. 15 наведені частотні характеристики розімкнених САР і розрахункові значення запасів стійкості систем за коефіцієнтом передачі $\Delta k_o^{г\gamma}$ і часом запізнення $\Delta \tau_o^{г\gamma}$. Значення запасів стійкості досліджуваних варіантів САР близькі один до одного. Тобто САР з алгоритмом прогнозування на основі кубічного сплайну при однакових запасах стійкості може забезпечити більш високу динамічну точність стабілізації регульованої змінної на заданому значенні.

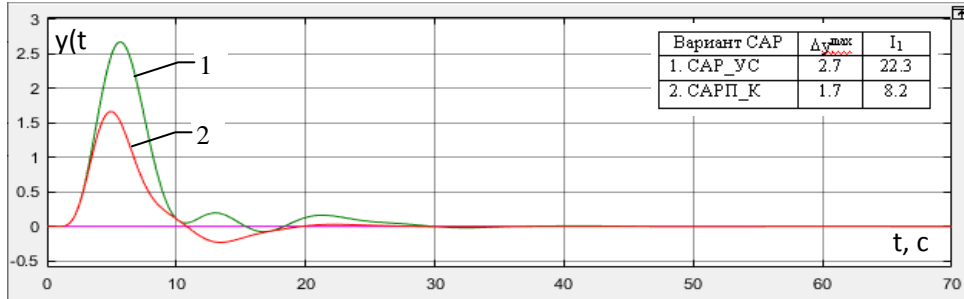


Рис. 13 – Перехідні характеристики САР при номінальних значеннях параметрів ОК. (1 – САР_УС, 2 – САРП_К).

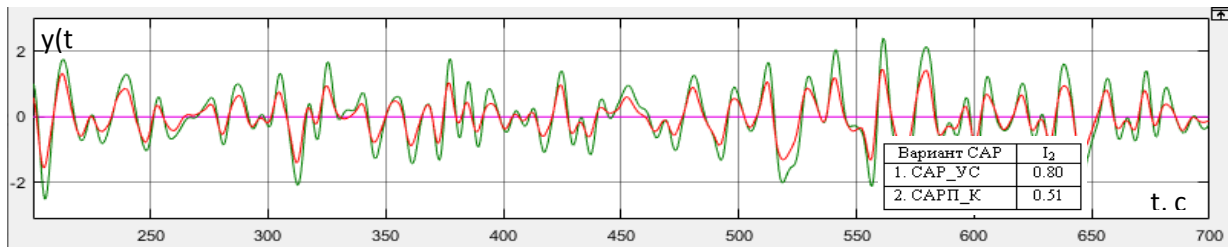


Рис. 14 – Результати моделювання САР у сталому режимі роботи при дії випадкових неконтрольованих збурень (1 – САР_УС, 2-САРП_К).

Ефективність придушення неконтрольованих збурень САРП_К підтверджується і частотними характеристиками замкнутих САР (рис. 16). На середньоквадратичні частоті неконтрольованих збурень значення АЧХ цієї системи значно менше ніж звичайної САР та САР_УС.

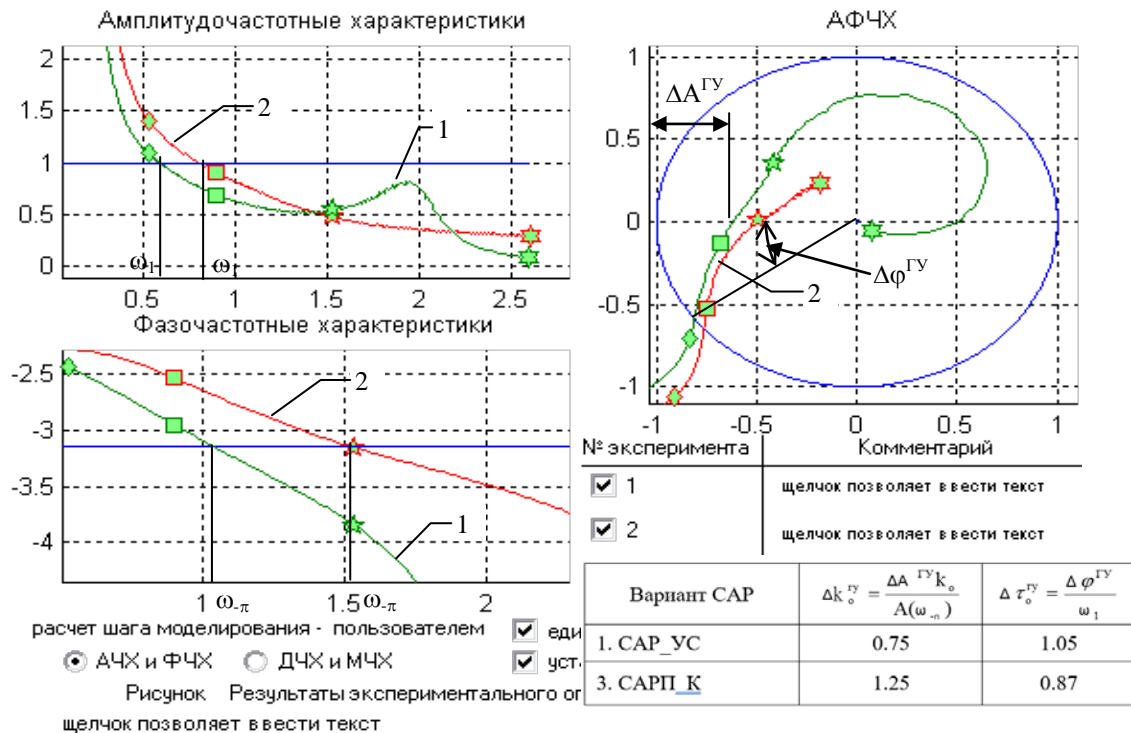


Рис. 15 – Частотні характеристики розімкнених САР з розрахунком значень їх запасів стійкості за коефіцієнтом передачі $\Delta k_o^{г\gamma}$ і часом запізнення $\Delta \tau_o^{г\gamma}$ в моделі ОК (1 – САР_УС, 2-САРП_К).

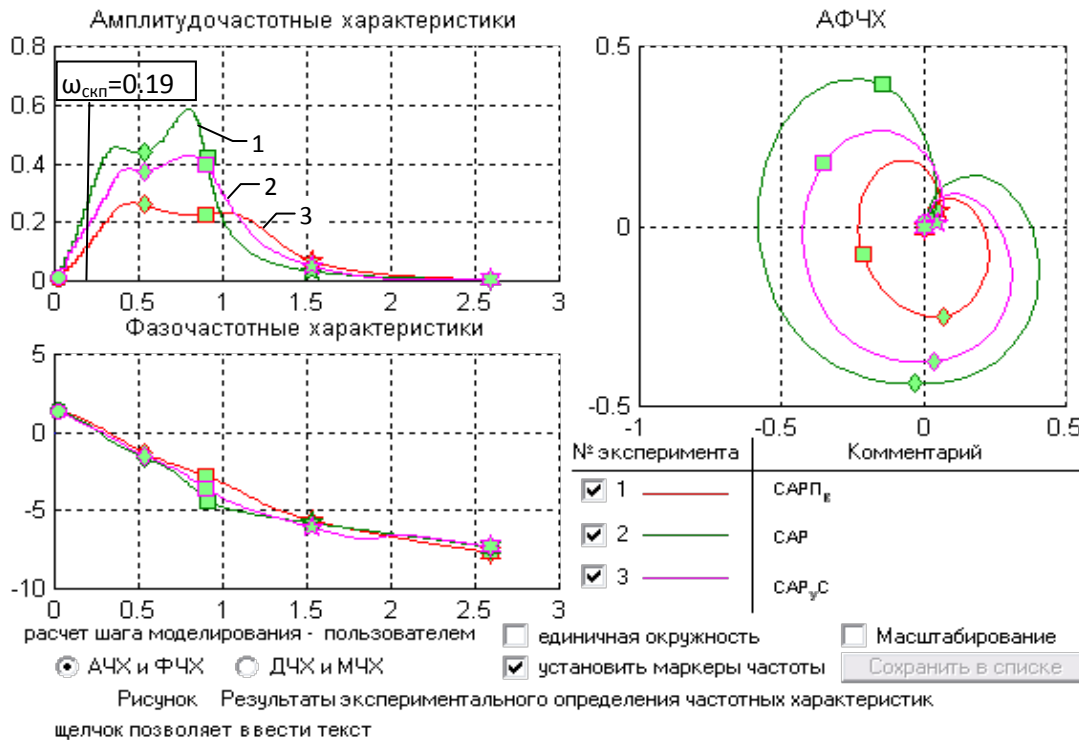


Рис. 16 – Частотні характеристики замкнених оптимальних САР за каналом дії неконтрольованих збурень. (1 – САР, 2 – САР_УС, 3 – САРП_К; $\omega_{скп}$ – середньоквадратична частота неконтрольованих збурень)

Висновки

САР з прогнозуючою моделлю з типовим алгоритмом налаштування забезпечує високий запас стійкості системи і зменшення динамічних похибок за каналом завдання. Динамічна точність за каналом дії неконтрольованих збурень залишається низкою. Введення в САР з ПД регулятором упереджувача Сміта без додаткових налаштувань також значно розширює її запас стійкості. Динамічна точність системи (при фіксованих значеннях параметрів ОК) за каналами завдання та неконтрольованих збурень відповідає динамічній точності САР з прогнозуючою моделлю. Введення в САР алгоритму прогнозування за кубічним сплайном підвищує динамічну точність системи за каналом дії неконтрольованих збурень і розширює запас стійкості системи але значно менше ніж системи з прогнозуючою моделлю та упереджувачем Сміта. Таким чином якщо ціллю є значне підвищення запасу стійкості системи то потрібно обрати САР з прогнозуючою моделлю чи з упереджувачем Сміта. Якщо ціллю є висока динамічна точність стабілізації при одночасному забезпеченні грубості САР в певному діапазоні змін параметрів ОК, то доцільно використовувати САР з алгоритмом прогнозування за кубічним сплайном. Результати оптимального параметричного синтезу проведеного в умовах параметричної невизначеності ОК підтвердили перевагу САР з прогнозуванням за кубічним сплайном перед САР з упереджувачем Сміта в зменшенні похибок стабілізації. САР з прогнозуванням за кубічним сплайном забезпечує зниження максимального динамічного відхилення приблизно на 40% та інтегрального показника якості у 3 рази в порівнянні з САР з упереджувачем Сміта. При цьому запаси стійкості цих систем за коефіцієнтом передачі та часом запізнення були майже однакові.

Список використаних джерел

- [1] O. J. M. Smith. A controller to overcome dead-time. ISA Transactions, 6 (2):28–33, 1959.
- [2] J. Rodriguez and P. Cortes. Predictive Control of Power Converters and Electrical Drives. Chichester, UK: Wiley-IEEE Press, 2012. <https://doi.org/10.1002/9781119941446>
- [3] Eduardo F. Camacho and Carlos Bordons Alba. Model predictive control. Springer Science & Business Media, 2013.
- [4] Степанов М.Т., Хобин В.А. Прогнозирование вынужденного движения и его применение в системах гарантирующего управления // Автоматизація технологічних і бізнес-процесів. – Одеса, 2011. – № 5-6. – С. 20 – 25.
- [5] Пикина Г.А., Кузнецов М.С. Синтез линейных прогностических алгоритмов регулирования // Новое в российской электроэнергетике. 2009. № 10. С. 40-44.
- [6] Пикина Г.А., Кузнецов М.С. Прогностические типовые алгоритмы регулирования // Теплоэнергетика. 2011. № 4. С. 61-66.
- [7] Степанов М.Т., Хобин В.А. Система автоматического регулирования инвариантна до контролируемых збурень з прогнозуванням сигналу корекції по кубічному сплайну // Автоматизація технологічних і бізнес-процесів. – Одеса, 2020. – № 1. – Т. 12. – С. 64 – 70.



References

- [1] O. J. M. Smith. A controller to overcome dead-time. ISA Transactions, 6 (2):28–33, 1959.
- [2] J. Rodriguez and P. Cortes. Predictive Control of Power Converters and Electrical Drives. Chichester, UK: Wiley-IEEE Press, 2012. <https://doi.org/10.1002/9781119941446>
- [3] Eduardo F. Camacho and Carlos Bordons Alba. Model predictive control. Springer Science & Business Media, 2013.
- [4] M.T. Stepanov et al. “Prognozovanie vyuzhdennoho dvizheniya i ego primenenie v sistemah garantiruyushego upravleniya”, Avtomatizatsiya tehnologichnih ta biznes-protseviv”, no.5-6, pp.20-25, 2011.
- [5] G.A. Pikina et al. “Sintez lineynyih prognosticheskikh algoritmov regulirovaniya”, Novee v rossiyskoy elektroenergetike 2009, vol. 10. pp. 40-44.
- [6] G.A. Pikina et al. “Prognosticheskie tipovye algoritmy regulirovaniya”, Teploenergetika 2011, vol. 4. pp. 61-66.
- [7] M.T. Stepanov et al. “Systema avtomatichnogo reguluyuvannya invariantna do kontrolovanых zburon z prognozuvannam sygnalu korekciyi po kubichnomu splajnu”, Avtomatizatsiya tehnologichnih ta biznes-protseviv”, no.1, vol 12, pp.64-70, 2020.

Отримана в редакції 19.08.2021. Прийнята до друку 27.08.2021. Received 19 August 2021. Approved 27 August 2021. Available in Internet 31 September 2021.

УДК 004.6:519.23

АНАЛІЗ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА УСПІШНІСТЬ ВЕБ РЕСУРСІВ ПІДРОЗДІЛІВ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Селіванова А.В.¹, Бодюл О.С.², Коробов В.С.³

^{1,2,3}Одеська національна академія харчових технологій

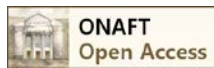
ORCID: ¹0000-0002-3395-1422, ²0000-0001-9925-434X

E-mail: ¹av_selivanova@ukr.net, bodyulolena@ukr.net², vetkor97@gmail.com³

Copyright © 2021 by author and the journal “Automation of technological and business – processes”.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI: 10.15673/atbp.v13i3.2143

Анотація. У статті розглядається процес виявлення та дослідження чинників, що впливають на успішність веб ресурсів підрозділів закладів вищої освіти (ЗВО). В процесі дослідження проведено аналіз робіт присвячених цьому питанню, проведено аналіз існуючих популярних серед користувачів веб ресурсів, виявлено критерії оцінки таких систем. В роботах інших авторів, які проводили аналогічні дослідження, аналізуються чинники, які впливають на підвищення якісного рівня веб-сайтів, доведено, як важливо підвищувати комунікативну функціональність сайту, його відвідуваність та відгук аудиторії. Для досягнення мети, поставленої авторами даної роботи, було проведено опитування серед потенційних споживачів веб ресурсів. Розподіл респондентів за віком та фаховими категоріями дозволило виявити, що в основному споживачами сайтів кафедр ЗВО є здобувачі освіти. Аналіз результатів проведеного опитування користувачів сайтів ЗВО допоміг виявити чинники, що впливають на їх успішність та побудувати модель успішності веб ресурсів підрозділів ЗВО, яка стала важливим інформативним фактором для прийняття рішення про дизайн, елементи та зміст нової веб системи. Розроблена модель впроваджена у процесі розробки нового веб-ресурсу кафедри Інформаційних технологій та кібербезпеки ОНАФТ, що забезпечило підвищення ефективності подачі інформації, привабливості та затребуваності зазначеного ресурсу. Отримані в дослідженні результати можуть використовуватися при побудові різноманітних інформаційних ресурсів підрозділів закладів вищої освіти для підвищення їх привабливості, інформативності та відвідуваності. планується подальша робота з вдосконалення розробленої моделі і веб системи, що її використовує.

Abstract. The article considers the process of identifying and researching the factors influencing the success of web resources of higher education institutions (HEIs). In the course of the research the analysis of works devoted to this question is carried out, the analysis of the existing popular among users web resources is carried out, the criteria of an estimation of such systems are revealed. The analysis of the results of the survey of consumers of web resources of free economic education



institutions helped to identify factors influencing the success of web resources of free economic education departments and to build a model of success of web resources of free economic education units. The developed model was implemented in the process of developing a new web resource of the Department of Information Technologies and Cyber Security of ONAFT, which provided an increase in the efficiency of information supply, attractiveness and demand for this resource.

The results obtained in the study can be used in the construction of information web resources of higher education institutions to increase their attractiveness, information and attendance.

Ключові слова: аналіз даних, веб система, база даних, моделювання, експертна оцінка.

Keywords: data analysis, web system, database, modeling, expert evaluation.

Вступ. В наш час не можливо собі уявити будь-яку сферу людської діяльності без застосування ресурсів Internet. Для здійснення вибору майбутньої професії та місця навчання абітурієнту необхідно отримати інформацію. Тепер для цього іноді достатньо увімкнути браузер та перейти за посиланням на веб-сайт закладу вищої освіти (ЗВО). Більш детальну інформацію про спеціальність, освітні програми, атмосферу навчання на обраній спеціальності можна отримати на сайтах випускових кафедр ЗВО. Сайт кафедри ЗВО є візитною карткою кафедри ЗВО. Через цей ресурс проходить багато інформації й дуже важливо як вона буде подана. На ньому зберігається уся необхідна інформація для абітурієнта, а саме докладний опис спеціальностей та освітніх програм, наявність рівнів освіти за обраною спеціальністю, опис та силабуси дисциплін за навчальними планами, склад кафедри з біографією та досягненнями викладачів, працевлаштування за обраною спеціальністю, досвід успішних випускників та ін.

Здобувачі освіти також користуються сайтами кафедр для отримання інформації про розклад занять здобувачів освіти та викладачів, свіжі новини кафедри, дипломне проектування, графік консультацій, олімпіади та практика та ін.

У кожного ресурсу повинен бути свій власний стиль залежно від спеціальностей. Обрати вдалі відтінки кольорів, розмістити об'єкти для зручного використання, не перевантажувати ресурс непотрібною інформацією є важливою та досить складною задачею. Такий ресурс повинен приваблювати, бути корисним та не важким у використанні [1].

Нехтування важливими чинниками при створенні інформаційних веб ресурсів може погано відобразитись на популярності кафедри. В наш час усі шукають місце для навчання в мережі Інтернеті Тому виникає конкуренція між закладами і потрібно вдовольняти потреби усіх сторін, щоб бути першими. Веб ресурс кафедри ЗВО має відігравати маркетингову роль та закликати абітурієнтів до вступу на спеціальності саме цієї кафедри, повністю задовольняти інформаційні потреби здобувачів освіти, співробітників та адміністрації. Таким чином, виявлення та аналіз чинників, що впливають на успішність веб-ресурсу кафедри ЗВО є актуальною та важливою задачею.

Аналіз літературних даних і постановка проблеми. Проблематиці створення якісних, інформативних та конкурентоспроможних інформаційних веб ресурсів для закладів вищої освіти присвятили свої роботи досить багато зарубіжних й вітчизняних вчених, зокрема В.І. Свистун, Н.В. Кравченко, А.М. Алексеева, Л.В. Горбатюк, О.В. Антоненко, О.О. Зеленюк, Н.В. Кононец [2-5].

У статті Зеленюка О.О. [2] розкрито значення дизайну віртуального середовища, що сайт повинен повністю відповідати своїй тематиці та задовольняти інформаційні потреби відвідувачів веб-ресурсу. В статті описано як вдалий веб-дизайн підвищує комунікативну функціональність певного сайту, його відвідуваність та відгук аудиторії. Метою дослідження є розкриття значення дизайну як інструменту візуалізації культурного змісту віртуального середовища, спрямованого на створення культурно-естетичної комунікації та задоволення потреб споживачів.

В науковій праці Кравченко Н.В., Алексеева А.М., Горбатюк Л.В., Антоненко О.В. [3], викладені принципи підняття рейтингу ЗВО такі як: правильне наповнення контентом сторінки сайту про наукову діяльність; публікація новин про майбутні або минулі наукові конференції, семінари та інше, зберігання у відкритому доступі матеріалів та результатів наукової діяльності: публікацій, наукових робіт, навчально-методичних рекомендацій, які повинні супроводжуватися анотацією так само двома мовами; зберігання у відкритому доступі наукових журналів та видань. У статті наведено аналіз підходів щодо підвищення академічної відкритості ЗВО засобами веб-технологій.

У статті Кононец Н.В. [4] аналізуються чинники які впливають на підвищення якісного рівня веб-сайтів. Визначено поняття веб-сайту навчального закладу, вимоги до нього. Охарактеризовано переваги й недоліки веб-сайтів навчальних закладів. А у роботі Свистуна В.І. [5] висвітлено вплив маркетингового управління на конкурентоспроможність ЗВО на прикладі використання веб-сайту.

В роботі [6] представлено аналіз з точки зору маркетингу основних аспектів що можуть впливати на сприйняття та поведінку онлайн-користувачів, щоб домогтися успіху веб-сайтів.

Розглядаючи вищенаведені наукові праці слід відмітити, що ресурс повинен повністю відповідати своїй тематиці, не містити зайвої інформації та бути конкурентоспроможним.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є виявлення чинників, що впливають на успішність веб ресурсів підрозділів закладів вищої освіти (ЗВО) з метою підвищення ефективності подачі інформації на новому веб-ресурсі кафедри ЗВО. Для досягнення поставленої мети були розв'язані наступні задачі:

- провести аналіз існуючих веб ресурсів провідних вітчизняних ЗВО;
- виявити особливості знайдених веб ресурсів, розробити критерії опитування;
- провести опитування, проаналізувати результати, виявити чинники, що впливають на успішність сайтів ЗВО;
- розробити модель успішності веб ресурсу кафедри ЗВО;
- впровадити отримані результати при розробці нового інформаційного веб ресурсу.



Аналіз існуючих веб ресурсів ЗВО. На етапі аналізу було розглянуто велику кількість веб ресурсів різних ЗВО із метою виявлення основних критеріїв оцінки. Ресурси було розглянуто з точки зору дизайну, інформативності та функціоналу.

В результаті аналізу було зроблено висновок, що більшість ресурсів є досить вдалим та інформативним, але жоден не задовольняє інформаційні потреби абітурієнтів, здобувачів освіти та співробітників у повному обсязі. Крім того, велика кількість ресурсів має суттєві недоліки. А саме, половина не має англійської версії, через що іноземний абітурієнт не матиме змогу отримати потрібну інформацію. Велика кількість ресурсів не має вдалого дизайну, наприклад, має поганий стиль форматування тексту. Половина не має повної інформації для студентів, абітурієнтів та викладачів або містить інформацію, що не відповідає тематиці кафедри. Деякі ресурси не мають функції пошуку.

Найбільш вдалим для розгляду було визнано сайти кафедри інформатики та програмної інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедри інженерії програмного забезпечення НАУ, кафедри комп'ютерної інженерії ОНАХТ та кафедри обчислювальної техніки КПІ ім. Ігоря Сікорського. Результати їх аналізу за різними критеріями наведено у (таб. 1).

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз веб ресурсів кафедр ЗВО

Критерій	asu.kpi.ua	sed.nau.edu.ua	ced.onaft.edu.ua	comsys.kpi.ua
Інформативність	+	-	+/-	+
Вдалий дизайн	-	-	+	-
Зворотній зв'язок	+	-	-	+
Англомова версія	+	-	-	+
Відсутність реклами	+	+	+	+
Пошук по сайту	+	-	+	+
Адаптивність	-	+	+	+

Як видно з даних (таб.1) навіть обрані ресурси не відповідають усім критеріям у повному обсязі.

Підготовка та проведення опитування. З метою виявлення чинників, що впливають на успішність сайтів кафедр ЗВО було прийнято рішення провести опитування серед потенційних користувачів таких ресурсів. Було сформовано анкети, що містили питання спрямовані на виявлення вподобань осіб, що проходили опитування. Для зручності проведення опитування та аналізу результатів було обрано інструментальний засіб Google Forms. Це зручний сервіс для швидкого створення якісних та інформативних форм для опитування, яким можуть користуватися усі бажаючі без будь-яких проблем. Відсутність необхідності у реєстрації та її швидке завантаження дозволяє охопити велику аудиторію.

У якості осіб, що брали участь в опитуванні були задіяні: студенти – 81,5%, вчителі – 4,1%, викладачі – 8,9, учні – 5,5% та інші – 0% (рис. 1).

Хто ви?

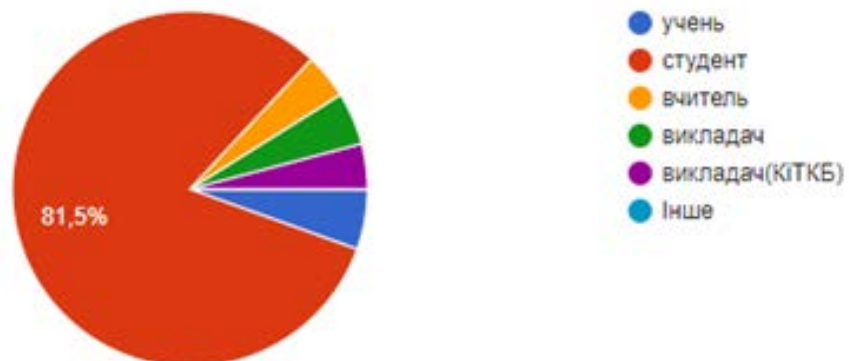


Рис.1 – Розподіл респондентів за фаховими категоріями

Також особи, що брали участь в опитуванні були поділені на різні вікові категорії (рис. 2)



Вкажіть ваш вік.

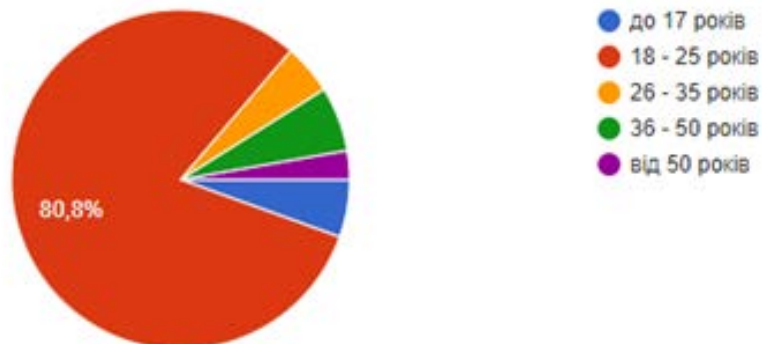


Рис. 2 – Розподіл респондентів за віком

З діаграми видно, що 80,8% - віком від 18 до 25 років, 5,5% - до 17 років, 2,7% - від 50 років, 6,2% - 36-50 років, 4,8% - 26-35 років.

Далі особам, що проходять опитування було запропоновано обрати сайт ЗВО, що подобається. У цьому питанні можна було обрати декілька варіантів (рис. 3).

Який сайт кафедри вам більше подобається?

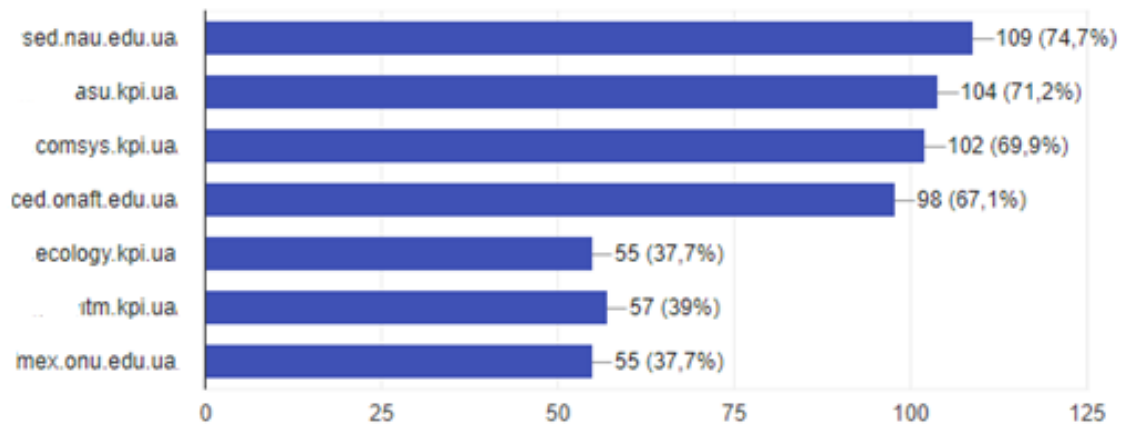


Рис. 3 – Діаграма вподобання існуючих ресурсів

Опитування дало результат, що опитувачам найбільш подобаються сайти:

sed.nau.edu.ua – веб-сайт кафедри інженерії програмного забезпечення національного авіаційного університету – 74,7%.

asu.kpi.ua – веб-сайт кафедри автоматизованих систем обробки інформації і управління київського політехнічного інституту ім. Ігоря Сікорського – 71,2%.

comsys.kpi.ua – веб-сайт кафедри обчислювальної техніки київського політехнічного інституту ім. Ігоря Сікорського – 69,9%.

ced.onaft.edu.ua – веб-сайт кафедри комп'ютерної інженерії національної академії харчових технологій – 67,1%.

Спираючись на дані опитування саме ці сайти було розглянуто при аналізі аналогів.

Були виявлені вподобання головного кольору на сайті (рис. 4). Аналіз показав, що люди, у більшості, надають перевагу синім відтінкам – 75,3%. Також були варіанти червоних відтінків – 6,2%, відтінків зеленого – 4,8%, жовтих відтінків – 10,3% та темних відтінків – 3,4%.



Які кольори повинні бути головними на сайті?

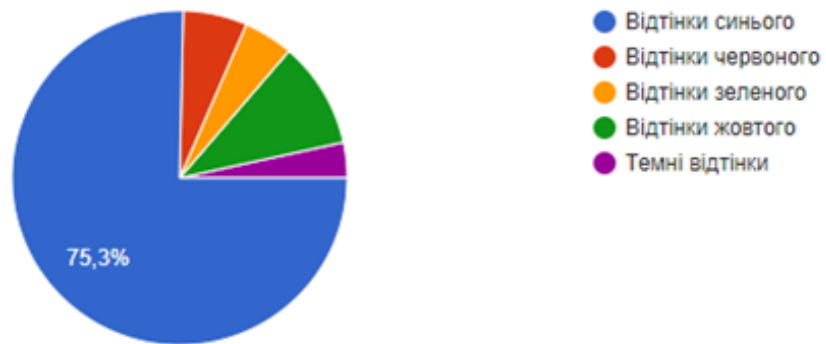


Рис. 4 – Діаграма вподобань кольорової гами

Наступне питання допомогло виявити чинники, що впливають на задоволення осіб, що відвідують сайт. Тобто, було виявлено що саме сподобалось особам, що проходили опитування на вище вказаних сайтах (рис. 5). У цьому питанні можна було обрати декілька варіантів. На першому місці опинився адаптивний дизайн – 85,5%. Слід за ним опинилися критерії вдалості кольору – 79,3%, анімація – 69,7%, вдалість розміщення об'єктів – 65,5% та слайдер новин – 48,3%. Також були ті, котрим нічого не сподобалось – 29,7%.

Які елементи дизайну сайту вам сподобались з вищевказаних сайтів?

145 відповідей

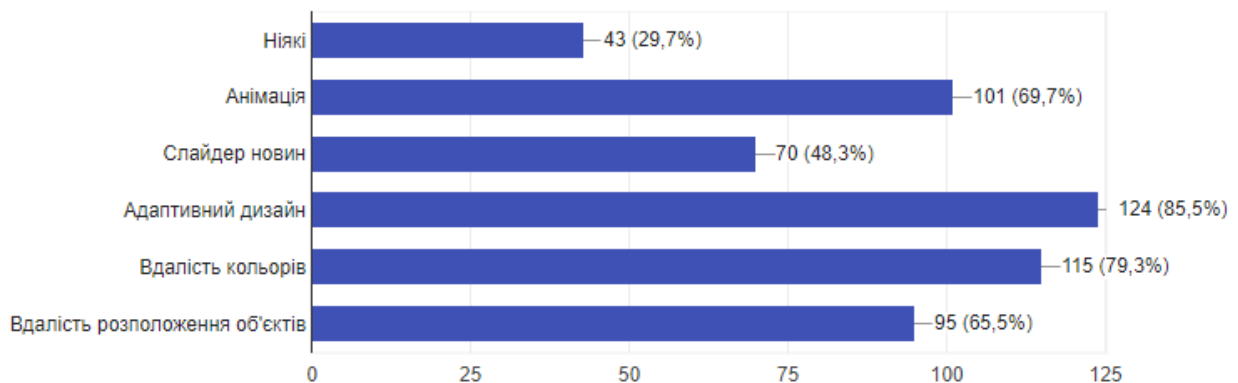


Рис. 5 – Діаграма вподобань елементів дизайну

У наступному було виявлено які мовні інтерфейси за вподобаннями користувачів повинен мати веб ресурс кафедри ЗВО (рис. 6).

На яких мовах повинен бути сайт?

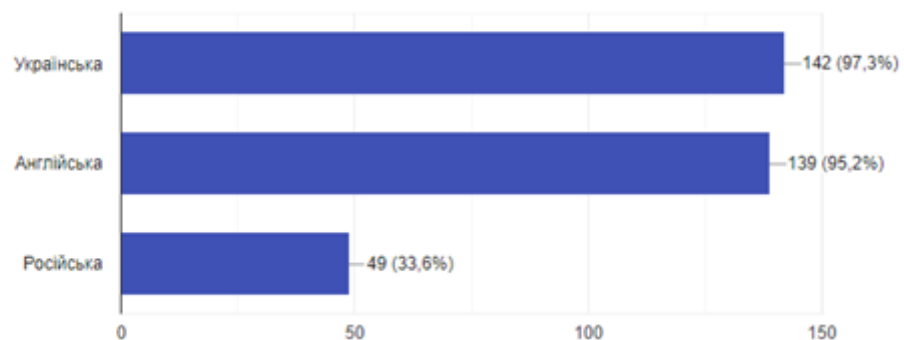


Рис. 6 – Діаграма необхідності мовних інтерфейсів



У цьому питанні можна було обрати декілька варіантів. Більшість осіб, що брали участь в опитуванні обрали дві мови українську та англійську.

Результати наступного питання показали, що більшість осіб, що брали участь в опитуванні не підтримують функцію файлового обміну – 55,5%, за – 44,5% (рис. 7).

Чи повинна бути функція файлообміну?

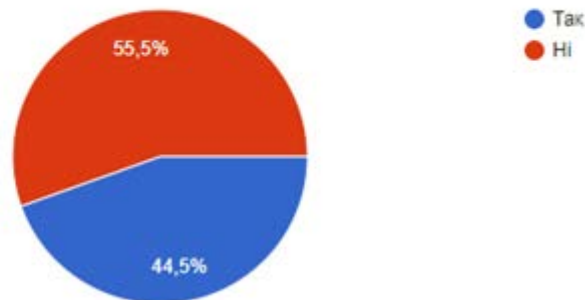


Рис. 7 – Діаграма потреби у функції файлового обміну

Далі були виявлені вподобання осіб, що брали участь в опитуванні, щодо інформації на сайті (рис.2.8). У цьому питанні можна було обрати декілька варіантів. Найпопулярнішими розділами є «Історія кафедри» - 84,2%, «Наукові напрямки» - 89%, «Навчальні курси» - 78,8%, «Новини» - 87%, «Про кафедру» - 79,5%, «Співробітники» - 84,9%, «Розробки кафедри» - 79,5%. Меншу увагу приділили розділам «Випускники» - 67,1%, «Події» - 42,5%, «Фотогалерея» - 0,7%.

Які розділи повинні бути?

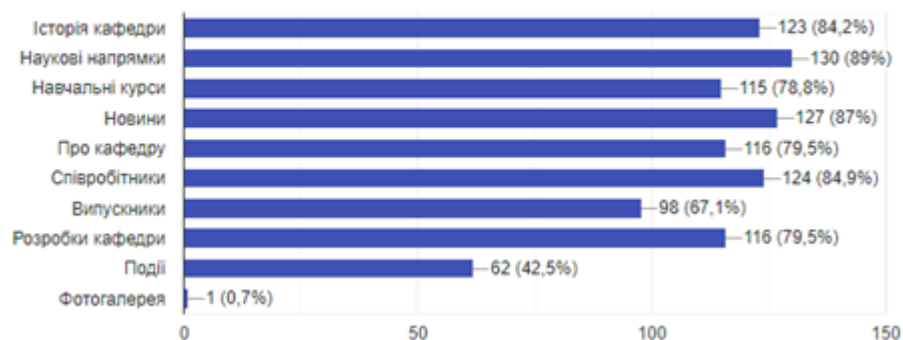


Рис. 8 – Діаграма затребуваності розділів

У наступному питанні можна було обрати декілька варіантів (рис. 9). Завдяки цьому опитуванню було виявлено яку інформацію з огляду користувачів доцільно розміщувати на головній сторінці: «Наукові напрямки» - 87%, «Новини» - 87,7%, «Про кафедру» - 87%.

Яку інформацію повинна містити у собі головна сторінка?

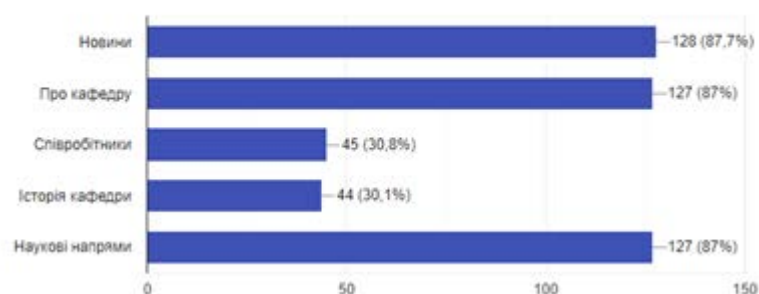


Рис. 9 – Діаграма затребуваності розділів змісту головної сторінки



Виявлення чинників та побудова моделі успішності веб ресурсів підрозділів ЗВО. Проведене опитування та аналіз його результатів дозволило виявити чинники, що найбільш впливають на успішність веб ресурсів підрозділів ЗВО.

Результат аналізу виявив, що основними чинниками, що впливають на успішність веб ресурсу підрозділу ЗВО є адаптивний дизайн, кольорова гама, використання анімації та вдале розміщення об'єктів. Таким чином, модель успішності сайту кафедри ЗВО можна представити у вигляді (1):

$$Y = F(x1, x2, x3, x4), \quad (1)$$

де Y – успішність веб ресурсу підрозділу ЗВО;

x1 - адаптивний дизайн;

x2 - кольорова гама;

x3 - використання анімації;

x4 - вдале розміщення об'єктів.

Впровадження результатів дослідження при розробці нового інформаційного веб ресурсу. Результати дослідження було використано при проектуванні та розробці веб ресурсу кафедри інформаційних управляючих систем ОНАХТ [7].

Система складається з веб додатку та БД, що містить всю необхідну інформацію. У якості засобів розробки застосовано PHP 7, HTML 5, CSS 3, Bootstrap 4, СУБД MySQL, середовище розробки PHPStorm.

Дизайн ресурсу виконано у відтінках синього, він є адаптивним. Система була протестована на таких браузерах як Google Chrome, Opera, Mozilla Firefox та Microsoft Edge. Щоб користуватись нею не треба завантажувати нічого додаткового. Також є мобільна версія (рис. 10).

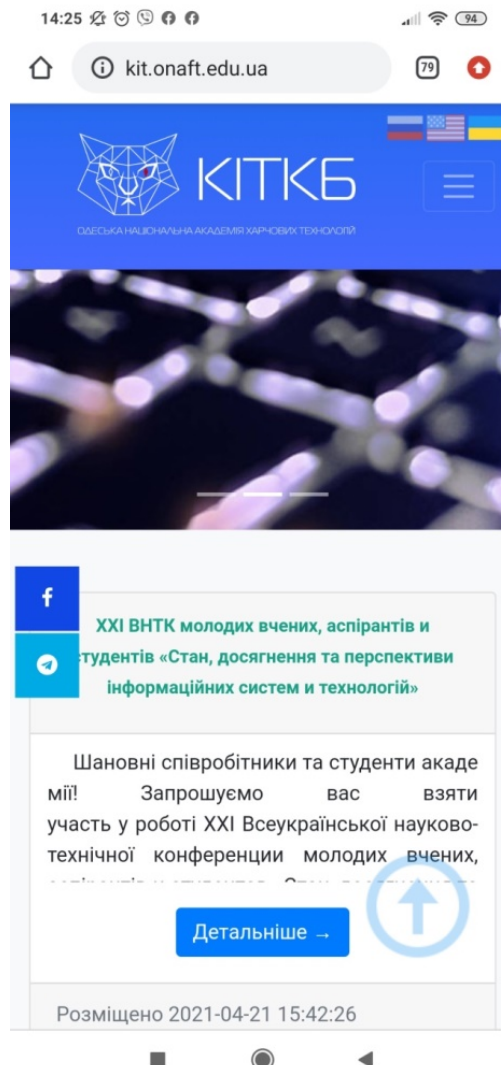


Рис. 10 – Інтерфейс головної сторінки



У меню є вісім варіантів посилань:

1. «Про нас» яка містить підменю «Про кафедру», «Завідувач», «Історія кафедри», «Колектив кафедри», «Матеріальна база, лабораторії», «Наша гордість», «Галерея івентів», «Контакти».

2. «Абітурієнту» з підменю «Умови вступу», «Спеціальності», «Дисципліни», «Працевлаштування», «Профорієнтаційні заходи».

3. «Студенту» з підменю «Розклад студента», «Розклад викладача», «Графік консультацій», «Гуртки», «Лекції провідних спеціалістів», «Практика», «Дипломне проектування», «Олімпіади», «Куратори», «Графік заходів», «Дистанційне навчання».

4. «Наука» з підменю «Наукові школи і напрямки», «Тематика наукових досліджень», «Конференції», «Семінари і тренінги», «Наші розробки», «Дисертації», «Аспірантура», «Співробітництво».

5. «Публікації» з підменю «Підручники, монографії», «Навчальні посібники», «Методичні вказівники», «Наукові публікації», «Силабуси».

6. «Новини».

7. «Публічна інформація» з підменю «Положення про кафедру», «Тематика засідань кафедри», «Посадові інструкції».

8. «Міжнародне співробітництво» з підменю «Міжнародні договори», «Подвійна магістратура».

На головній сторінці знаходиться три актуальні новини, інформація про кафедру та основні напрямки навчання. У футері сайту знаходиться контактна інформація кафедри та посилання на сайт Одеської національної академії харчових технологій й Факультет комп'ютерної інженерії, програмування та кіберзахисту. Усі сторінки досить інформативні. Деякі сторінки містять файли та зовнішні посилання.

Сторінка «Новини» містить шість новин відсортованих за датою публікації починаючи з найактуальнішої. Ця сторінка має анімовані елементи (рис. 11).



Рис. 10 – Інтерфейс сторінки «Новини»

Застосування розробленої моделі допомогли надати створеному веб ресурсу якостей, що можуть у подальшому вплинути на його успішність та відвідуваність.



Обговорення результатів. Проведений в процесі дослідження аналіз вподобань користувачів веб ресурсів підрозділів ЗВО надав можливість виявити чинники, що впливають на успішність таких ресурсів. Розподіл респондентів за віком та фаховими категоріями дозволило виявити, що в основному споживачами сайтів кафедр ЗВО є здобувачі освіти. Збільшення загальної кількості респондентів та частки респондентів, що не є здобувачами освіти, може зробити вибірку більш репрезентативною. Не дивлячись на це, аналіз показав вподобання користувачів і допоміг виявити найбільш впливові чинники успіху веб ресурсів підрозділів ЗВО. Отримана модель успішності стала важливим інформативним фактором для прийняття рішення про дизайн, елементи та зміст нової веб системи. Впровадження розробленої моделі на етапі проектування та розробки веб ресурсу кафедри ІТтаКБ ОНАХТ дозволила покращити сприйняття інформації та забезпечити відвідуваність розробленого ресурсу.

Висновки. Робота присвячена виявленню та аналізу чинників, що впливають на успішність веб ресурсів підрозділів ЗВО. В ході дослідження було проведено опитування споживачів таких ресурсів, виявлено їх вподобання, виявлено та проаналізовано найбільш вподобані ресурси, розроблено модель успішності веб ресурсів підрозділів ЗВО. Розроблену модель впроваджено в процес створення нового сайту кафедри Інформаційних технологій та кібербезпеки ОНАХТ. Впровадження розробленої моделі допомогло спростити процес прийняття рішень стосовно дизайну та елементів нового ресурсу.

У подальшому планується дослідити рівень відвідуваності ресурсу, провести опитування стосовно його успішності та вдосконалити розроблену модель і веб систему, що її використовує.

Список використаних джерел

- [1] Івашенко Д. С., Кашчєєв Л. Б. XIII Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів. Матеріали конференції. Харків, 2019. URL: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/48371/1/Ivashchenko_Rozrobka_pryntsypiv_2019.pdf.
- [2] Шиян А. Якою повинна бути структура веб-сайту зв // Освітня політика. Портал громадських експертів. 2019. URL: <http://education-ua.org/ua/articles/1305-yakoyu-povinna-buti-struktura-veb-sajtu-zvo>.
- [3] Зеленьук О. О. Веб-дизайн в контексті формування візуальної культури віртуального середовища // Молодий вчений. 2019, вип. 1(65). С. 23-26. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-1-65-6>
- [4] Підвищення академічної відкритості закладів вищої освіти засобами web-технологій / Кравченко Н. В. та ін. // Фізико-математична освіта. 2017. № 4(14). С. 330-336.
- [5] Кононець Н. В. Веб-сайт як інформаційний ресурс навчального закладу – крок до якісної освіти // Комп'ютер у школі та сім'ї. 2016. № 1. С. 21-26.
- [6] Flavian, C., Gurrea, R. and Orús, C. (2009), "Web design: a key factor for the website success", Journal of Systems and Information Technology, Vol. 11 No. 2, pp. 168-184. <https://doi.org/10.1108/13287260910955129>
- [7] Свистун В. І. Веб-сайт як засіб маркетингового управління конкурентоспроможністю професійно-технічного навчального закладу // Модернізація професійної освіти і навчання: проблеми, пошуки та перспективи: зб. наук. праць. – 2015. – Режим доступу: <http://lib.iitta.gov.ua/10972/>
- [8] Веб ресурс кафедри інформаційних технологій та кібербезпеки ОНАХТ: [Веб-сайт]. Одеса, 2021. URL: <http://www.kit.onaft.edu.ua/>

References.

- [1] Ivashchenko D. S., Kashcheyev L. B. KhIII Mizhnarodna naukovopraktichna konferentsiya mahistrantiv ta aspirantiv. Materiali konferentsiyi. Kharkiv, 2019. URL: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/48371/1/Ivashchenko_Rozrobka_pryntsypiv_2019.pdf.
- [2] Shiyan A. Yakoyu povinna buti struktura veb-sajtu zv // Osvitnya politika. Portal hromads'kikh ekspertiv. 2019. URL: <http://education-ua.org/ua/articles/1305-yakoyu-povinna-buti-struktura-veb-sajtu-zvo>.
- [3] Zelenyuk O. O. Veb-dizayn v konteksti formuvannya vizual'noyi kul'turi virtual'noho seredovishcha // Molodiy vcheniy. 2019. No. 1(65). S. 23-26. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-1-65-6>
- [4] Pidvishchennya akademichnoyi vidkритosti zakladiv vishchoyi osviti zasobami web-tekhnologiy / Kravchenko N. V. ta in. // Fiziko-matemaichna osvita. 2017. No. 4(14). S. 330-336.
- [5] Kononets N. V. Veb-sayt yak informatsiyiniy resurs navchal'noho zakladu — krok do yakisnoyi osviti // Komp'yuter u shkoli ta sim'yi. 2016. No. 1. S. 21-26.
- [6] Flavian, C., Gurrea, R. and Orús, C. (2009), "Web design: a key factor for the website success", Journal of Systems and Information Technology, Vol. 11 No. 2, pp. 168-184. <https://doi.org/10.1108/13287260910955129>
- [7] Svistun V. I. Veb-sayt yak zasib marketinhovoho upravlinnya konkurentospromozhnistyu profesiyno-tekhnichnoho navchal'noho zakladu // Modernizatsiya profesiynoi osviti i navchannya: problemi, poshuki ta perspektivi: zb. nauk. Prats, 2015. URL: <http://lib.iitta.gov.ua/10972/>
- [8] Veb resurs kafedri informatsiyinikh tekhnologiy ta kiberbezpeki ONAKhT: [Veb-sayt]. Odesa, 2021. URL: <http://www.kit.onaft.edu.ua/>

Отримана в редакції 19.08.2021. Прийнята до друку 27.08.2021. Received 19 August 2021. Approved 27 August 2021. Available in Internet 31 September 2021.



УДК 004.415.2:004.896:378.091.214-043.83

РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ ЗАСОБАМИ ПАКЕТА

Сакалюк О.Ю.

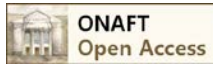
Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5051-518X>

E-mail: sakaliuk.olexiy@gmail.com

Copyright © 2021 by author and the journal “Automation of technological and business – processes”.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

DOI: 10.15673/atbp.v13i3.2142

Анотація: Основою якісної організації освітнього процесу будь-якого навчального закладу, особливо закладу вищої освіти є розклад навчальних занять. Якість підготовки спеціалістів в значній мірі залежить від методично правильного сформованого розкладу навчальних занять. Розклад навчальних занять та екзаменів є одним з найбільш відповідальних, трудомістких та стомлюючих завдань планування освітнього процесу [1].

Дослідники доклали значних зусиль для розробки універсальної автоматизованої системи керування процесом формування розкладу навчальних занять. Однак на сьогоднішній день немає ідеального рішення цієї проблеми, тому що ми повинні враховувати численні параметри та обмеження. Жодна з раніше розроблених систем не є універсальною і не може задовольнити потреби всіх вищих навчальних закладів. Більшість систем використовують велику кількість вхідної інформації, що зберігається в базах даних. За допомогою складних алгоритмів на основі аналізу вхідної інформації складається розклад. Однак підсумковий графік не завжди ідеальний і може потребувати багато ресурсів та часу. Розклад повинен задовольняти інтереси всіх учасників процесу [2]. Для розробки такої системи потрібно якісно розподілити роботи між виконавцями. Створення, будь-якого проекту завжди починається з його плануванням. Для виконання цих завдань уже давно багато компаній використовують системи управління проектами, які дозволяють ставити певні завдання, визначати людей, слідувати за процесом виконання завдань та виділенням необхідних ресурсів.

Завдання управління проектом програмного забезпечення може бути надзвичайно складним, виходячи з багатьох особистих, командних та організаційних ресурсів. Якість програмного продукту залежить від процесу завершення проекту. Час затримок у проекті з розробки програмного забезпечення та низька продуктивність, як правило, впливають на кінцевий результат. Останнім часом еволюція інструментів управління проектами як для програмних, так і для непрограмних додатків прискорюється швидкими темпами, а кількість доступних продуктів значно зростає. Щодня розробляється багато інструментів та програмного забезпечення для управління проектами, які допомагають менеджерам автоматизувати адміністрування окремих проектів або груп проектів протягом їх життєвого циклу [3].

Abstract: The basis of the qualitative organization of the educational process of any educational institution, especially the institution of higher education is a schedule of the courses. The quality of the training of specialists depends to a large extent on the methodically correct established schedule of the courses. The schedule of the courses and examinations is one of the most responsive, time-consuming and tedious tasks of planning the educational process [1].

Researchers have made great efforts to develop a universal automated control system for scheduling. However, to date there is no perfect solution to this problem, because we have to take into account numerous parameters and constraints. None of the previously developed systems is universal and can't meet the needs of all higher education institutions. Most systems use a large amount of input information stored in databases. With the help of complex algorithms, based on the analysis of input information, a course schedule is compiled. However, the resulting schedule is not always perfect and may require a lot of resources and time. The timetable must satisfy the interests of all participants in the process. The interests of some participants may conflict with the interests of other participants in the process [2]. To develop such a system, it is necessary to qualitatively distribute the work among the performers. Creating any project always starts with planning it. To accomplish these tasks, many companies have long used project management systems that allow them to set specific tasks, identify people, follow the process of performing tasks and allocate the necessary resources.



The task of managing a software project can be an extremely complex one, drawing on many personal, team, and organizational resources. The quality of a software product is dependent on the process in which the project is completed. Time delays in software development project and low productivity tend to fall right to the bottom line. Recently, the evolution of project management tools for both software and non-software applications has been accelerating at a rapid pace, and the number of available products have grown significantly. There are many project management tools and software being developed every day to help managers to automate the administration of individual projects or groups of projects during their life-cycle [3].

Ключові слова: автоматизація, планування, управління проектами, Gantt Project, каскадний метод
Keywords: automation, scheduling, project management, Gantt Project, waterfall method

1. Вступ

Все більш популярною у всіх галузях стає методологія управління компанією з розподілом усієї роботи на проекти. Тому що керувати людьми – складно. Для успішного завершення проекту необхідні не тільки кваліфіковані та мотивовані співробітники, але і відповідні інструменти, які дозволять фіксувати досягнуті результати і своєчасно змінювати пріоритети. Обираючи інструменти, слід звернути увагу на те, щоб він міг складати діаграми Ганта і розподіляти повноваження та завдання між виконавцями з різними ролями. Таким інструментом є Gantt Project – це програма, що призначена для планування проектів на основі побудови діаграм Ганта і діаграм типу PERT.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Існує велика кількість визначень, що таке проект і якими характеристиками він наділений [4-6]. Аналізуючи всі визначення, то проект – це деяка задача, в якій є точний початок і точний кінець, метою якої є створення певної послуги, продукту чи досягнення певного результату.

За час існування проектного управління було створено чимало ефективних підходів, методів і стандартів, які можна взяти на озброєння. На даному етапі розвитку науки управління проектами виділяють такі методи управління проектами: Класичний проектний менеджмент, Agile, Scrum, Lean, Kanban, Six Sigma, PRINCE2 [7]. Всі ці методи мають як і сильні так і слабкі сторони. Управління проектами – це наука, але наука не найточніша. В умовах постійного потоку інформації, раптових змін і потреби в гнучкості робочих процесів, класичний підхід все менш популярний. Сучасний підхід до проектного менеджменту – це гнучкість робочих процесів, де в пріоритеті максимальна ефективність, контроль ресурсів і мінімізація втрат.

У даній області немає непорушних основ і універсальних рішень. Якщо менеджеру проекту вдасться знайти метод, який ідеально підходить для проекту – можна вважати, що йому повезло, адже більшості менш щасливих керівників доводиться прикладати зусилля для створення і налаштування власних систем управління проектами. Ці системи можуть бути складені з елементів існуючих систем або навіть створені абсолютно з нуля [8].

Після того, як було обрано підхід до проектного менеджменту, який підходить компанії – час обирати єдину систему. Система управління проектами (task-менеджер) стане єдиним місцем для всіх робочих проектів та задач, для комунікації всередині команди і з клієнтами, для контролю часу, бюджету та завантаження команди. Існує велика кількість інструментів управління проектами, багато з них подібні, а багато з них зовсім різні між собою. До таких інструментів належать: Basecamp, Jira Software, asana, Trello, Padio, teamwork, Airtable, Microsoft Project, Gantt Project, Zoho та інші [9-10].

3. Мета і завдання дослідження

Основною метою дослідження є підготовка початкових (вхідних) даних для управління проектом та реалізація проекту засобами Gantt Project. Для досягнення мети потрібно виконати наступні завдання:

- підготувати початкові (вхідні) дані для управління проектом розробки та впровадження програмного забезпечення автоматизованого формування розкладу навчальних занять для ЗВО;
- створити проект в Gantt Project;
- заповнити список учасників проекту;
- додати задачі до проекту та дослідити діаграму Ганта.

4. Методи і матеріали досліджень

Для написання теоретичної частини роботи було використано такі методи дослідження:

- метод аналізу – проведено розкладання проекту на складові, а саме визначено суб'єктів проекту, основні задачі та строки поставлених задач;
- метод порівняння – проведено порівняння існуючих методів управління проектами та інструментів для управління проектами;
- метод дедукції – розмірковування над проектом проводилися за принципом від загального до окремого та було проведено декомпозицію проекту;
- метод класифікації – проведено групування робіт та розбиття їх на комплексні та елементарні.

Матеріалами дослідження є аналіз процесу формування розкладу навчальних занять, математичні моделі та алгоритми отримані при дослідженні процесу формування розкладу навчальних занять а також інформація зібрана з опитувань працівників диспетчерської навчального відділу Одеської національної академії харчових технологій.



5. Результати дослідження

Метою проекту є розробка та впровадження програмного забезпечення автоматизованого формування розкладу навчальних занять для ЗВО. Даний проект відноситься до *типу прикладних*, тому що результатом є програмне забезпечення, яке вирішує проблему автоматизованого формування розкладу навчальних занять. До загальних особливостей проекту відносяться:

- особливості інтеграції – програмне забезпечення формування розкладу навчальних занять потрібно підключити до існуючої бази даних MySQL, в якій міститься інформація про дисципліни, аудиторії, учасників освітнього процесу та студентську угруповання. У зв'язку з тим, що програмне забезпечення повинно бути адаптивним, тобто працювати на різних пристроях, то в якості мови програмування було обрано PHP – мова сценаріїв (виконується на стороні серверу) з відкритим вхідним кодом, що дає можливість швидкого створення web-сторінок. JavaScript – це мова програмування, що виконується на стороні клієнту та мова розмітки HTML та CSS;

- терміни доставки – обмеження у часі на виконання роботи, для даного випадку таким обмеженням є дата початку навчального семестру;

- бюджетні обмеження – сума, запланована для інвестицій у проект, в даному випадку розробка та впровадження є частиною дисертаційної роботи, тому всі роботи виконуються безкоштовно.

Модель життєвого циклу проекту розробки та впровадження програмного забезпечення схематично пояснює яким чином будуть виконуватися дії з розробки та впровадження програмного забезпечення, шляхом «послідовності» цих дій. Така послідовність може бути або не бути лінійною, оскільки фази можуть слідувати одна за одною, повторюватися або відбуватися послідовно.

Найбільш очевидний шлях реалізації проекту – розбити його на фази або окремі завдання. Найпростіший інструмент проектного управління є чек-лист дій, які необхідно зробити для досягнення мети. За всю історію проектного управління було створено безліч різних методів управління проектами під практично будь-які потреби. Для різних проектів необхідні різні методи та інструменти. Головне зрозуміти, що найважливіше для проекту – дедлайни, ресурси, дотримання процесу, або відразу кілька факторів – а потім вибрати метод управління проектом, орієнтований на досягнення цього показника. В якості методу управління було обрано класичний проектний менеджмент. Найбільш широко поширений метод управління проектами, заснований на так званому «водоспадному» (Waterfall) або каскадному циклі, при якому завдання передається послідовно по етапах, що нагадує потік, схематично це зображено на рис.1.



Рис. 1 – Схема класичного проектного управління

Зазвичай виділяють 5 етапів класичного проектного управління, але можна додавати і додаткові етапи, якщо того вимагає проект. 5 етапів традиційного менеджменту:

Етап 1. Ініціація. Керівник проекту і команда визначають вимоги до проекту. На даному етапі часто проводяться наради та «Мозкові штурми», на яких визначається що ж повинен представляти із себе продукт проекту.

Етап 2. Планування. На даному етапі команда вирішує, як вона буде досягати мети, поставленої на попередньому етапі. На даному етапі команда уточнює і деталізує цілі і результати проекту, а також склад робіт по ньому. На підставі цієї інформації команда формує календарний план і бюджет, оцінює ризики і виявляє зацікавлених сторін.

Етап 3. Розробка. Дана стадія реалізується не для всіх проектів – як правило вона є частиною фази планування. У фазі розробки, характерною для технологічних проектів, визначається конфігурація майбутнього проекту і / або продукту і технічні способи його досягнення. Наприклад в ІТ-проектах на даному етапі вибирається мова програмування.

Етап 4. Реалізація та тестування. На цій фазі відбувається основна робота по проекту – написання коду, зведення будівлі і таке інше. Дотримуючись розробленого плану створюється зміст проекту, проводиться контроль за обраними



критеріями. У другій частині цієї фази відбувається тестування продукту, він перевіряється на відповідність вимогам замовника і зацікавлених сторін. У частині тестування виявляються і виправляються недоліки продукту.

Етап 5. Моніторинг і завершення проекту. Залежно від проекту дана фаза може складатися з простої передачі замовнику результатів проекту або ж з тривалого процесу взаємодії з клієнтами щодо поліпшення проекту і підвищенню їх задоволеності, і підтримки результатів проекту. Останнє відноситься до проектів в області клієнтського сервісу і програмного забезпечення.

Проведення структуризації проекту, а саме виділення підцілей, пакетів робіт та робіт є важливим етапом. Основними підцілями є:

- розробити технічне завдання з замовниками, а саме з керівництвом та навчальним відділом Одеської національної академії харчових технологій;
- визначити програмні вимоги до інформаційної предметної області системи та функціональний розподіл системних вимог щодо апаратного та програмного забезпечення (ініціалізація веб-сервера, підключення до бази даних, вибір IDE, вибрати технічні засоби, визначитись з мовами програмування);
- розробити функціональні можливості (дизайн, верстка, програмування алгоритмів);
- завершити розробку та впровадити програмне забезпечення (тестування, розробка документації, інтеграція ПЗ з програмою «Розклад», тренінги з персоналом диспетчерської навчального відділу).

Перелік комплексно-підсумкових та елементарних робіт записано в табл. 1.

Таблиця 1 – Перелік комплексно-підсумкових та елементарних робіт проекту

№ п/п	Комплексно-підсумкові роботи	Елементарні роботи	Виконавці
1.	Розробка технічного завдання	Складання документації, що детально описує структурну і поведінкову моделі проекту	Замовник, спонсор, керівник проекту, укладач документації
		Визначення дати кінцевого релізу	
		Виділення проміжних результатів	
2.	Створення дизайну та навігації	Створення дизайну головної сторінки	Дизайнер, керівник проекту
		Створення дизайну панелі керування	
		Розробка структури веб-додатку та навігації	
3.	Верстка макетів	Верстка дизайну головної сторінки	Front-end розробник, керівник проекту
		Верстка дизайну панелі керування	
4.	Програмування алгоритмів	Розробка бази даних	Back-end розробник, керівник проекту
		Опис проекту засобами мов програмування	
5.	Установка	Копіювання проекту на робочий сервер	Back-end програміст, front-end розробник
		Налаштування проекту	
6.	Тестування та наладка	Виявлення синтаксичних і логічних помилок проекту і подальше їх усунення.	Front-end розробник, back-end розробник, тестувальник, керівник проекту, укладач документації
		Розробка інструкцій користувача	
		Проведення тренінгів	



Після того як розписали задачі – команда визначається зі строками. В програмі Gantt Project було створено новий проєкт. Далі було заповнено задачі та учасників проєкту після чого було присвоєно задачі учасникам. На рис. 2 зображено список задач проєкту. Було виконано оцінку часу виконання кожної задачі. Загальний строк виконання проєкту близько 2-х місяців.

Назва	Початок	Кінець
<u>Розробка технічного завдання</u>	01.10.2021	05.10.2021
Складання документації, що детально описує структурну і поведінкову моделі проєкту	01.10.2021	03.10.2021
Визначення дати кінцевого релізу	04.10.2021	05.10.2021
Виділення проміжних результатів	04.10.2021	05.10.2021
<u>Затвердження ТЗ з замовником</u>	06.10.2021	07.10.2021
<u>Створення дизайну та навігації</u>	08.10.2021	17.10.2021
Розробка структури веб-додатку та навігації	08.10.2021	09.10.2021
Створення дизайну головної сторінки	10.10.2021	17.10.2021
Створення дизайну панелі керування	10.10.2021	17.10.2021
<u>Затвердження макету дизайну з замовником</u>	18.10.2021	19.10.2021
<u>Верстка макетів</u>	20.10.2021	24.10.2021
Верстка дизайну головної сторінки	20.10.2021	24.10.2021
Верстка дизайну панелі керування	20.10.2021	24.10.2021
<u>Затвердження верстки макету з замовником</u>	25.10.2021	26.10.2021
<u>Програмування алгоритмів</u>	27.10.2021	17.11.2021
Імпорт та створення таблиць БД	27.10.2021	29.10.2021
Опис проєкту засобами мов програмування	30.10.2021	17.11.2021
<u>Установка</u>	18.11.2021	19.11.2021
Копіювання проєкту на робочий сервер	18.11.2021	18.11.2021
Налаштування проєкту	19.11.2021	19.11.2021
<u>Тестування та наладка</u>	20.11.2021	28.11.2021
Виявлення синтаксичних і логічних помилок проєкту і подальше їх усунення	20.11.2021	23.11.2021
Розробка інструкцій користувача	26.11.2021	27.11.2021
Проведення тренінгів	28.11.2021	28.11.2021
<u>Затвердження проєкту з замовником</u>	24.11.2021	25.11.2021

Рис. 2 – Список задач проєкту з оцінкою часу

6. Обговорення результатів

Команда проєкту та менеджер проєкту завжди стикаються з двома основними аспектами: технічним та соціокультурним аспектами. Технічний аспект – це ті методології, інструменти які ми обираємо для управління, принципи, як часто ми збираємось та інше. Соціокультурний аспект – це є взаємодія всередині команди, зі спонсорами та замовниками. Можна вважати соціокультурний аспект важливішим за технічним, тому що без налагодженої взаємодії всередині команди – не буде успіху. Успішний проєкт – це проєкт в якому замовник завжди задоволений.

На рис. 3 представлено діаграму Ганта. Діаграма Ганта являє собою відрізки (графічні плашки), розміщені на горизонтальній шкалі часу. Кожен відрізок відповідає певній комплексній або елементарній роботі. Роботи розміщуються по вертикалі. Початок, кінець і довжина відрізка на шкалі часу відповідають початку, кінцю і тривалості завдання. На діаграмі Ганта також показується залежність між завданнями.

За допомогою Gantt Project можна слідувати за виконанням завдань, копіюванням їх статусів у процесі виконання. Цей інструмент настільки функціональний, що навіть дозволяє вказати, коли конкретний працівник був вихідним або іменував вільні дні. Задачі на рис. 3 побудовані послідовно, після певних робіт відбувається затвердження з замовником проєкту.

На рис. 4 зображено відповідність задач та учасників проєкту. За даним зображенням ми можемо відслідкувати занятість кожного суб'єкта та переглянути на якому етапі він знаходиться.

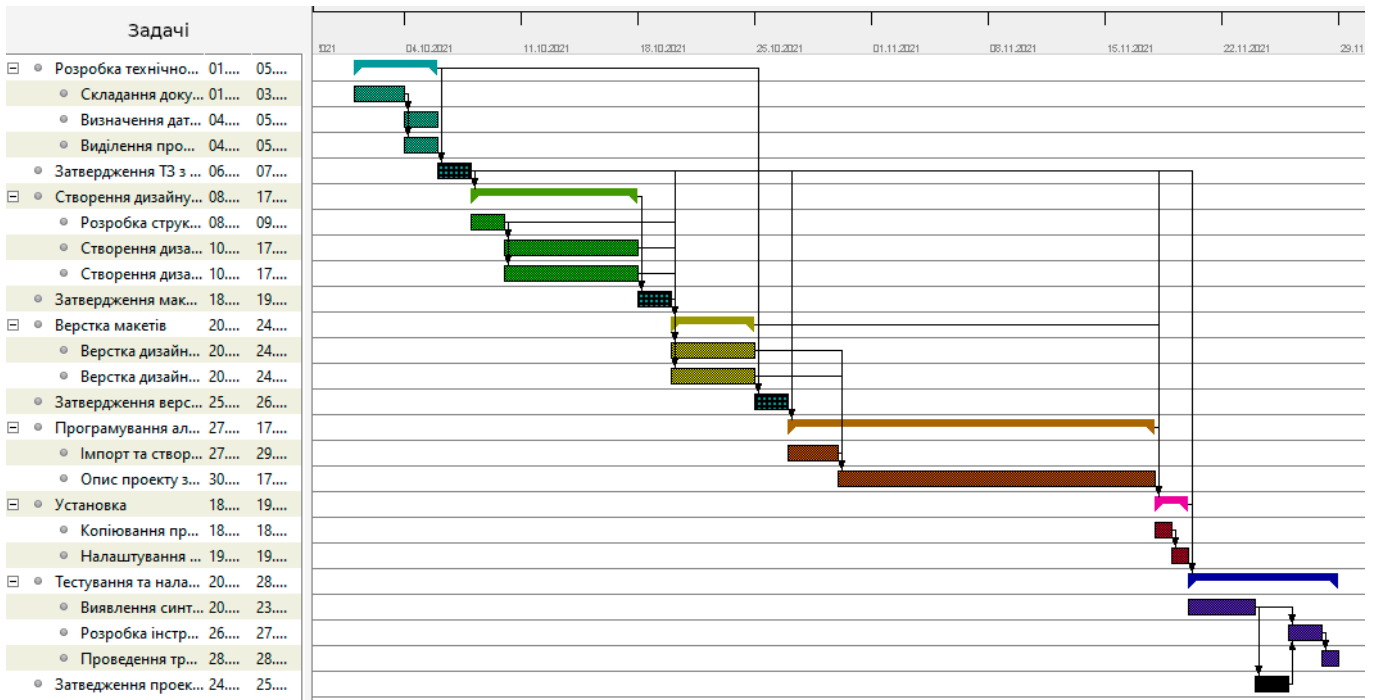


Рис. 3 – Діаграма Ганта

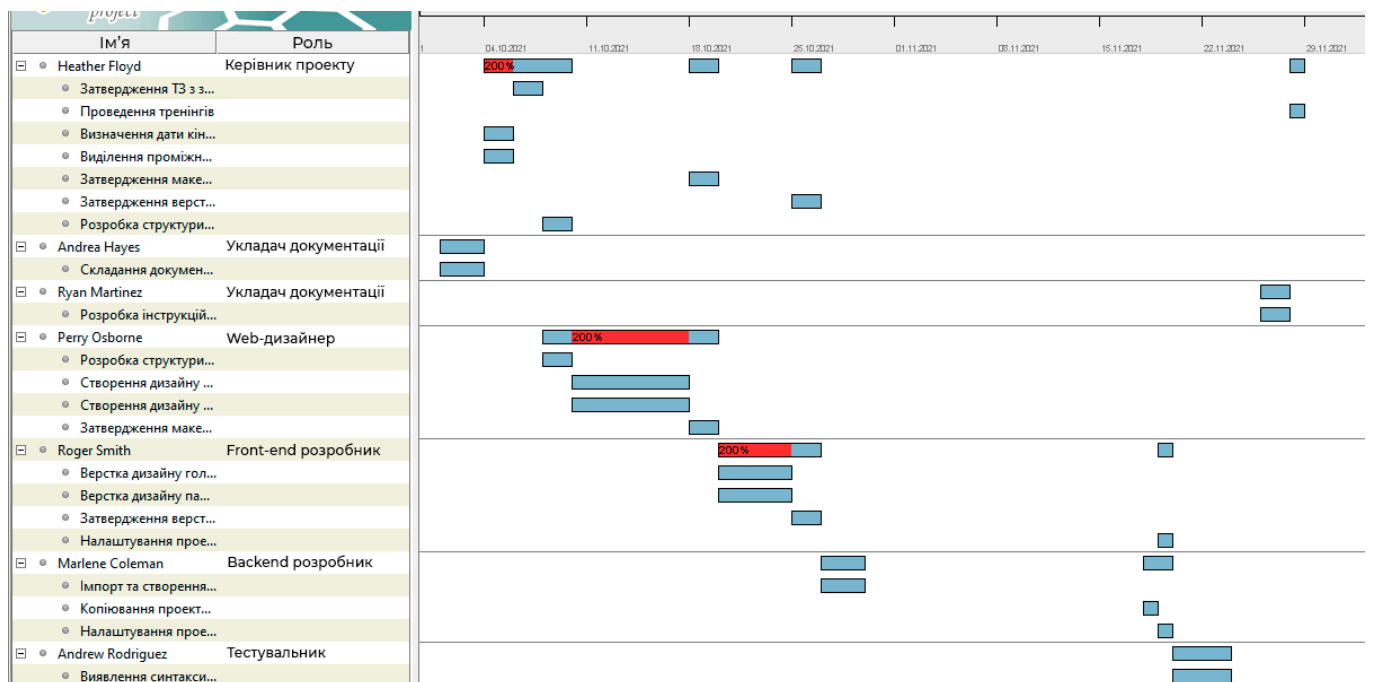


Рис. 4 – Учасники проєкту

7. Висновки

В ході виконання даного дослідження було проведено проектний менеджмент для управління проєктом розробки та впровадження програмного забезпечення автоматизованого формування розкладу навчальних занять для ЗВО. Було визначено особливості управління даним проєктом та визначено тип проєкту.

Було обрано каскадну модель життєвого циклу управління проєктом. Важливим є те що, для успішного виконання проєкту потрібно ретельно обговорити вимоги та функціонал програмного забезпечення з замовником. Всі етапи виконуються послідовно один за одним. Було сформовано список елементарних робіт та виділено комплексно підсумкові роботи, які потім було додано в задачі програми Gantt Project. Для кожної задачі було визначено строки виконання та виконавця. Gantt Project – це зручний інструмент для управління проєктами, тому що він має можливість друкувати діаграми Ганта, надає можливість керівнику проєкту слідкувати за ходом проєкту в реальному часі та



стежити за завантаженістю своєї команди. Використання даного інструменту дасть змогу реалізувати проект швидко, якісно і з оптимальними затратами ресурсів.

Список використаних джерел

- [1]. O. Sakaliuk and F. Trishyn, "ANALYSIS OF PROCESS CREATION OF THE COURSES TIMETABLING", *Automation of technological and business-processes*, vol. 11, no. 2, pp. 30-35, 2019. DOI:10.15673/atbp.v11i2.1370.
- [2]. O. Sakaliuk and F. Trishyn, "USING A GENETIC ALGORITHM TO SOLVE THE COURSES TIMETABLING CREATION PROBLEM", *Automation of technological and business-processes*, vol. 13, no. 2, pp. 22-28, 2021. DOI:10.15673/atbp.v13i2.2053.
- [3]. A. Mishra and D. Mishra, "Software project management tools", *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, vol. 38, no. 3, pp. 1-4, 2013. DOI:10.1145/2464526.2464537.
- [4]. A. Walker, *Project Management in Construction*, 6th ed. West Sussex: Wiley Blackwell, 2015, p. 336.
- [5]. J. Heagney, *Fundamentals of Project Management*, 1st ed. New York: American Management Association, 2016, p. 252.
- [6]. С.В. Скороход, *Управление IT проектами. Инструменты*. Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2011, с.182.
- [7]. Г.В. тарченко, *Управління проектами: теорія та практика*. Чернігів: Брагинець О.В., 2018, с. 316.
- [8]. "Сучасні методи управління проектами", *Sgv.in.ua*. [Online]. Режим доступу: <https://sgv.in.ua/off-lifaq/25-suchasni-metodi-upravlinnya-proektami/>. [Дата звернення: 04. Жовт. 2021].
- [9]. "10 найкращих інструментів управління проектами", *freexbcodes.com*. [Online]. Режим доступу: <https://freexbcodes.com/startup/10-najkrashhih-instrumentiv-upravlinnja-proektami/>. [Дата звернення: 04. Жовт. 2021].
- [10]. "ТОП інструментів управління проектами - Блог системи управління проектами Worksection", *Worksection*. [Online]. Режим доступу: <https://worksection.com/ua/blog/top-management-tools.html>. [Дата звернення: 04. Жовт. 2021].

References

- [1].O. Sakaliuk and F. Trishyn, "ANALYSIS OF PROCESS CREATION OF THE COURSES TIMETABLING", *Automation of technological and business-processes*, vol. 11, no. 2, pp. 30-35, 2019. DOI:10.15673/atbp.v11i2.1370.
- [2].O. Sakaliuk and F. Trishyn, "USING A GENETIC ALGORITHM TO SOLVE THE COURSES TIMETABLING CREATION PROBLEM", *Automation of technological and business-processes*, vol. 13, no. 2, pp. 22-28, 2021. DOI:10.15673/atbp.v13i2.2053.
- [3].A. Mishra and D. Mishra, "Software project management tools", *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, vol. 38, no. 3, pp. 1-4, 2013. DOI:10.1145/2464526.2464537.
- [4].A. Walker, *Project Management in Construction*, 6th ed. West Sussex: Wiley Blackwell, 2015, p. 336.
- [5].J. Heagney, *Fundamentals of Project Management*, 1st ed. New York: American Management Association, 2016, p. 252.
- [6].S. Skorokhod, *Upravleniye IT pryektami. Instrumenty*. Taganrog: TTI YuFU, 2011, c. 182.
- [7].H.V. tarchenko, *Upravlinnia proektamy: teoriia ta praktyka*. Chernihiv: Brahynets O.V., 2018, c. 316.
- [8]. "Suchasni metody upravlinnia proektamy", *Sgv.in.ua*. [Online]. Rezhym dostupu: <https://sgv.in.ua/off-lifaq/25-suchasni-metodi-upravlinnya-proektami/>. [Data zvernennia: 04. Zhovt. 2021].
- [9]. " 10 naikrashchykh instrumentiv upravlinnia proektamy", *freexbcodes.com*. [Online]. Rezhym dostupu: <https://freexbcodes.com/startup/10-najkrashhih-instrumentiv-upravlinnja-proektami/>. [Data zvernennia: 04. Zhovt. 2021].
- [10]. "TOP instrumentiv upravlinnia proektamy - Bloh systemy upravlinnia proektamy Worksection", *Worksection*. [Online]. Rezhym dostupu: <https://worksection.com/ua/blog/top-management-tools.html>. [Data zvernennia: 04. Zhovt. 2021].