

СТУДЕНТСЬКИЙ ВІСНИК ДДМА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ (ДДМА)

**СТУДЕНТСЬКИЙ
ВІСНИК
ДДМА**

ТЕМАТИЧНИЙ ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Виходить 1 раз на рік

Засновано у грудні 2002 р.

Краматорськ
ДДМА
2021

УДК 621 + 669 + 004 + 330

Студентський вісник ДДМА : тематичний збірник наукових праць. – Краматорськ : ДДМА, 2021. – 140 с.

ISBN 978-966-379-994-0

У збірнику представлені статті, присвячені теоретичним і експериментальним дослідженням студентів з питань: створення і застосування прогресивних технологій; інформаційних технологій; механізації і автоматизації виробничих процесів; економічної теорії і практики; моделювання, розрахунків і проектування складних технічних систем. Збірник буде корисним для студентів та аспірантів технічних ЗВО, інженерно-технічних працівників науково-дослідних установ, машинобудівних та металургійних підприємств.

Редакційна рада

Ковальов В. Д.	доктор технічних наук, професор, ректор ДДМА, голова ради;
Авдеєнко А. П.	доктор хімічних наук, професор;
Алієв І. С.	доктор технічних наук, професор;
Акімова О. В.	доктор економічних наук, доцент;
Слецьких С. Я.	доктор економічних наук, професор;
Кассов В. Д.	доктор технічних наук, професор;
Клименко Г. П.	доктор технічних наук, професор;
Ковалевський С. В.	доктор технічних наук, професор;
Макаренко Н. О.	доктор технічних наук, професор;
Марков О. Є.	доктор технічних наук, професор;
Мироненко Є. В.	доктор технічних наук, професор;
Тарасов О. Ф.	доктор технічних наук, професор;
Турчанін М. А.	доктор хімічних наук, професор;
Федорінов В. А.	кандидат технічних наук, професор;
Фесенко А. М.	кандидат технічних наук, доцент.

Адреса редакції: 84313, Донецька обл., м. Краматорськ,
вул. Академічна, 72, каб. 1322,
e-mail: herald@dgma.donetsk.ua, nis@dgma.donetsk.ua

Телефон: (0626) 41-69-42, 41-67-88

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради ДДМА, протокол № 13 від 24.06.2021 р.

ISBN 978-966-379-994-0

© Донбаська державна машинобудівна академія, 2021

© Donbass State Engineering Academy, 2021

РОЗДІЛ 1

МЕТАЛУРГІЯ



УДК 621.735.3

Бредіхін М. А. (КДМ–19мн)

ВПЛИВ ФОРМИ ТА РОЗМІРУ ІНСТРУМЕНТІВ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ЗАГОТОВКИ

У статті розглянуто дослідження впливу форми бойків на напружено-деформований стан поковки. Виявлено, що кут скосу незначно впливає на інтенсивність логарифмічних деформацій в заготовці, проте рівень зсувних деформацій відрізняється в рази, що сприяє подрібненню зерна металу заготовки, більш інтенсивному заварюванню дефектів і підвищенню рівня механічних властивостей.

The article considers the study of the influence of the shape of the strikes on the stress-strain state of the forging. It was found that the bevel angle slightly affects the intensity of logarithmic deformations in the workpiece, but the level of shear deformations differs many times, which contributes to the grinding of the metal grain of the workpiece, more intensive welding of defects and increase the level of mechanical properties.

Забезпечити конкурентоспроможність продукції машинобудування в сучасних умовах можна, використовуючи нові ресурсозберігаючі технології, що дозволяють отримувати вироби більш складної конфігурації і високої якості при мінімальних трудових, матеріальних і енергетичних витратах на їх виробництво.

В роботах багатьох дослідників, крім конструкцій інструменту, велику увагу приділено режимам кування з урахуванням використання спеціального інструменту. Так, в роботах [1, 2] розглянуто питання поліпшення якості металу при поздовжньому куванні і відзначено, що якість поковок, виготовлених із злитків, визначається ступенем місцевої деформації вихідної литої структури. Найважливішим завданням при цьому є забезпечення рівномірності деформації в кожній точці об'єму поковки. Регулювання течії металу можна ефективно здійснювати шляхом варіювання форми заготовки.

Напружено-деформований стан (НДС) заготовки значно впливає на якість отриманої поковки. На напружено-деформований стан заготовки в процесі кування впливають три групи факторів: фактор форми, кінематичний фактор і температурний фактор [3].

Фактор форми визначається формою інструмента і формою вихідної заготовки. Однакову поковку можна отримати, використовуючи інструмент різної конфігурації (плоскі бойки, комбіновані, вирізні, радіусні, опуклі, бойки несиметричної форми і т. д.), а також заготовки різноманітних форм (круглого перерізу (отримані в машинах безперервного лиття), багатогранні ковальські злитки, слябові злитки, трипроменеві злитки, плоскі злитки і т. д.)

Використовуючи різні інструменти та вихідні заготовки, можна отримати однаковий виріб, проте він буде мати різні показники напружено-деформованого стану, що суттєво впливає на якість отриманого кінцевого продукту.

Вплив кінематичного фактору визначається кінематикою впливу інструмента на заготовку й механічним режимом кування заготовки. Найбільш поширеною кінематикою руху інструменту при куванні крупних поковок, а, отже, і його впливу на заготовку, є лінійне вертикальне переміщення деформуючого інструменту, яке реалізується на гідравлічних кувальних пресах і кувальних молотах. Також досить часто зустрічається і всебічне обтиснення заготовки, яке притаманне радіально-кувальним машинам і пристроям. Така кінематика руху інструменту обумовлює всебічне стиснення заготовки і застосовується при куванні заготовок з малопластичних матеріалів для отримання поковок з малими припусками. Різна кінематика руху інструменту забезпечує і різну течію металу. Кування заготовок з паузами дозволяє управляти і напруженим станом заготовки за рахунок її розміщення.

Температурний фактор визначається температурним полем заготовки та її температурним станом. Заготовка, яку піддають деформації, як правило, нагріта вище температури рекристалізації (це переважна більшість процесів кування крупних поковок).

Крім того, заготовка може мати різний вигляд температурного поля: однорідне температурне поле, неоднорідне симетричне з різним видом розподілу температур по перерізу і неоднорідне несиметричне. Деформування заготовок з описаними температурними полями в різних температурних станах буде забезпечувати різний НДС, що обумовлено значним впливом температури на механічні властивості металу.

Кожен з описаних факторів має значний вплив на процес кування і на параметри якості одержуваних виробів. Раціональне поєднання цих факторів допоможе створити керовані процеси кування крупних поковок, що забезпечують необхідні параметри формоутворюючих виробів.

Найбільший інтерес представляють способи управління пластичною течією з метою створення макрозсувних деформацій і забезпечення тим самим необхідного ступеня опрацювання структури заготовки [4].

Конструкції бойків для протяжки можна поділити на такі групи:

1. Бойки асиметричної форми, за допомогою яких можна управляти кінематикою течії металу при протяжці і забезпечувати переважну течію металу в певному напрямку.

2. Здійснення поздовжнього зсуву заготовки при протяжці бойками ступінчастої форми (плоскими, скошеними в одну або різні сторони, а також один бойок може бути плоским, а інший – скошеним).

3. Застосування прийому, при якому здійснюється додатковий рух інструменту при протяжці.

Метою роботи є визначення впливу форми і розмірів інструменту і режиму кування на напружено-деформований стан заготовки [3].

Для визначення НДС заготовки використовували метод скінченних елементів (програма DEFORM-3D), за допомогою якого проведено моделювання процесів протяжки різними бойками (рис. 1). Заготовкою брали гладкий циліндр діаметром 1000 мм, ширина бойків – 1000 мм, тобто відносна подача дорівнює одиниці. Матеріал заготовки – сталь 35, температура заготовки 1100 °С, швидкість деформування – 10 мм/с, коефіцієнт тертя за Зібелем – 0,4.

Моделювали процес протяжки бойками з односпрямованим скосом (рис. 1, а) з кутом скосу $\beta = 5, 10, 15$ і 20° . За результатами моделювання отримані поля розподілу інтенсивності логарифмічних деформацій ε_i і поля розподілу зсувних деформацій γ_{xy} за поперечним перерізом заготовки (H – хід бойка).

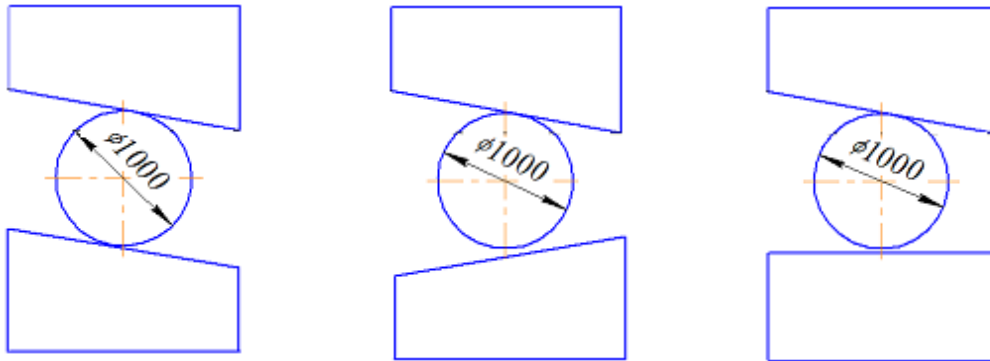


Рис. 1. Схема моделювання процесу протягання бойками різної форми:

а) протяжка бойками однонаправленим скосом; б) протяжка бойками зі скосами, спрямованими в різні боки; в) протяжка верхнім бойком зі скосом і нижнім плоским бойком

Аналіз полів розподілу інтенсивності логарифмічних деформацій по поперечному перерізі заготовки (рис. 2) показав, що зі збільшенням ходу повзуна преса область найбільших деформацій зміщується з поверхні заготовки в її центр. Зі збільшенням кута скоса бойків зона максимальних значень інтенсивності деформацій стає більш витягнутою уздовж поверхні зсуву.

Кут скосу бойків незначно впливає на величину інтенсивності логарифмічних деформацій. Крім того, враховано середньозважені по площі заготовки значення інтенсивності деформацій (ε_i) і встановлена їх залежність від кута β . При збільшенні кута β середньозважена інтенсивність логарифмічних деформацій незначно зменшується [3].

Аналіз полів розподілу зсувних деформацій по перерізу заготовки показав, що зона максимальних значень γ_{xy} поширюється через всю заготовку по її діагоналі (рис. 3). Зі збільшенням ходу переміщення бойка величина γ_{xy} зростає. На величину γ_{xy} істотно впливає кут скоса бойків. Так, якщо при протяжці бойком з кутом $\beta = 5^\circ$ максимальне значення γ_{xy} складає $-0,7$, то при протягуванні бойком з $\beta = 20^\circ$ це значення дорівнює $-1,5$, що практично в 3 рази більше.

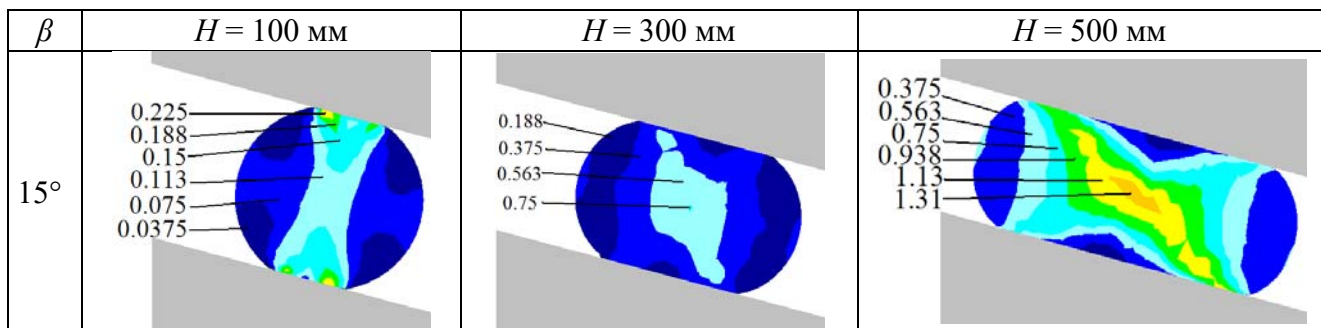


Рис. 2. Поля розподілу інтенсивності деформацій по поперечному перерізу заготовки при протягуванні бойками з односпрямованим скосом

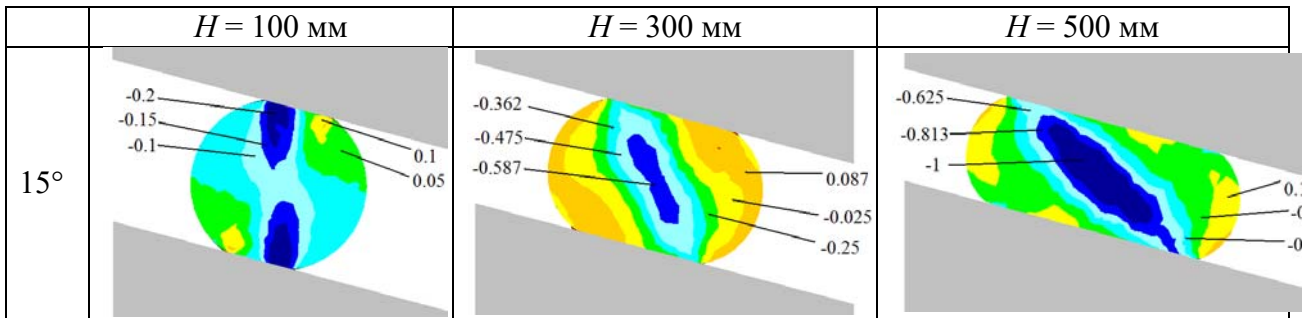


Рис. 3. Розподіл зсувних деформацій по поперечному перетину заготовки при протяжці бойками з однонаправленим скосом

Таким чином, при використанні бойків з різним кутом скоса інтенсивність логарифмічних деформацій в заготовці при протяжці практично не змінюється, а рівень зсувних деформацій відрізняється в рази. Наявність великих зсувних деформацій сприяє подрібненню зерна металу заготовки, більш інтенсивному заварюванню дефектів і підвищенню рівня механічних властивостей. Це дозволяє рекомендувати використання бойків з досить великим кутом скосу - більш 10° .

ВИСНОВКИ

Таким чином, кут скосу бойка на інтенсивність логарифмічних деформацій в заготовці впливає незначно, але рівень зсувних деформацій при зміні кута бойка змінюється значно, що сприяє подрібненню зерна металу заготовки, більш інтенсивному заварюванню дефектів і підвищенню рівня механічних властивостей.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Охрименко Я. М., Тюрин В. А., Лебедев В. Н., Гринюк А. И. Улучшение качества металла при продольной ковке. *Известия вузов. Черная металлургия*. 1971. № 4. С. 96–99.
2. Белова Л. П., Тюрин В. А., Дубков А. Н. Влияние схемыковки на деформирование центральных слоев заготовки. *Известия вузов. Черная металлургия*. 1962. № 5. С. 70–74.
3. Алиев И. С., Жбанков Я. Г., Таган Л. В. Протяжка заготовок с дополнительными сдвиговыми деформациями. *Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением*. 2012. № 7. С. 18–24.
4. Алиев И. С., Жбанков Я. Г., Таган Л. В. Моделирование кузнечной протяжки в комбинированных бойках несимметричной формы. *Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. Серія «Машинобудування». Київ : НТУУ «КПІ», 2013. № 3 (69). С. 77–83.

Стаття надійшла до редакції 27.04.2021 р.

РОЗДІЛ 2

ЕКОНОМІКА



УДК 338.532.6:339.166

Крайня О. П. (Мн 20-1зм), Лиманська О. І., Мовсіян А. Г. (Мн 20-1м)

СУТНІСТЬ ТА СКЛАДОВІ ТОВАРНО-ЦІНОВОЇ ПОЛІТИКИ

Дана стаття присвячена формуванню товарно-цінової політики та її ефективності в цілому на підприємстві. Визначено умови, дотримання яких забезпечує розроблення і впровадження товарної політики. Обґрунтовано основні цілі товарної політики та ціноутворення. Узагальнено чинники, які впливають на величину ціни. Виявлено, що головним фактором у формуванні попиту на продукцію підприємства є ціна.

This article is devoted to the formation of product and pricing policy and its effectiveness in general at the enterprise. The conditions, observance of which ensures the development and implementation of product policy, are determined. The main goals of product policy and pricing are substantiated. The factors that affect the value of the price are summarized. It is revealed that the main factor in the formation of demand for the company's products is the price.

На сьогодні в умовах жорсткої конкуренції ринкової економіки для ефективно організації маркетингової діяльності важливо раціонально будувати товарну політику, а при її реалізації слід розуміти, що товар займає основне місце в комплексі маркетингу. Товарна політика є одним з провідних ланок в ланцюжку продажу товарів комерційними організаціями й складовою частиною маркетингової стратегії. Відсутність товарної стратегії веде до нестійкості структури асортименту через вплив випадкових або тимчасових факторів, втрати контролю над конкурентоспроможністю та комерційною ефективністю товарів.

У практиці ціноутворення вітчизняних підприємств класичний (витратний) підхід є найбільш поширеним. Ринковий (маркетинговий) підхід передбачає процес формування ціни у сфері обігу, а не у сфері виробництва.

При цьому підході основна увага приділяється сприйняттю товару покупцем та діям конкурентів. Тому об'єктивною необхідністю для підприємств при організації роботи з розподілу й збуту виробленої продукції в умовах ринку є визначення рівня цін, оцінка ефективності цінової політики та з'ясування того, наскільки обрана система ціноутворення вирішує здатність товару підприємства до конкуренції.

Теоретико-методичним аспектам управління товарною та ціновою політикою присвятили наукові праці Беленов О.Н. [1], Вершигора Є. Ю. [2], Холодний Г. О. [3], Кузьминчук Н. В., Куценко Т. М. [4], Разнодежіна, Е. Н. [5], Ткаченко Н. Б. [6], Кучіна С. Е., Кітченко О. М. [7], Щербань В. М. [8], Лісовський П. М. [9], Новиков А. І. [10], Лега Ю. Г. [11], Гончаров В. М. [12], Корінев В. Л. [13], Обозна В. В. [14], Сус Л. М. [15] та ін. Сформульовані в їхніх працях наукові концепції, положення, висновки, рекомендації посідають важливе місце в сучасній теорії товарно-цінової політики і дають змогу якомога глибше усвідомити важливість і складність вирішення зазначеної проблеми.

Мета даної статті – розробка теоретичних, методологічних положень і практичних рекомендацій щодо напрямків розробки товарно-цінової політики на підприємствах, визначення чинників, що впливають на процес ціноутворення та створення системи управління цінами на вітчизняних підприємствах.

В умовах ринкової економіки для ефективної організації маркетингової діяльності важливо раціонально будувати товарну політику, а при її реалізації слід розуміти, що товар займає основне місце в комплексі маркетингу. Товарна політика є одним з провідних ланок в ланцюжку продажу товарів комерційними організаціями і складовою частиною маркетингової стратегії.

Беленов О. Н. розглядає товарну політику як це комплекс заходів, що орієнтують виробництво на задоволення потреб і запитів споживачів і отримання на цій основі прибутку [1]. Розглянемо різноманітні трактування поняття «товарна політика», які представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Трактування поняття «товарна політика»

Вершигора Є. Ю. [2]	Певний напрямок дій товаровиробника чи наявність у нього обдуманих принципів поведінки відносно товару і способів задоволення потреб споживачів
Холодний Г. О. [3]	Певний набір заходів підприємства, що спрямований на розроблення нового товару та впровадження його на ринок, а також дослідження окремих компонентів, що забезпечують цей процес
Кузьминчук Н. В., Куценко Т. М. [4]	Комплекс заходів у рамках один або кілька товарів використовуються як основні інструменти досягнення цілей фірми
Разнодежіна Е. Н. [5]	Товарна політика являє собою заздалегідь сформульований курс дій підприємства, що виробляє (або просуває на ринок) певного виду товари, заснований як на довготривалій (3-5 років) стратегії розвитку цього підприємства, так і на поточних можливостях, що виникають для нього на ринку
Ткаченко Н. Б. [6]	Система дій підприємства для визначення місця товару на ринку, задоволення конкретного потенційного споживача товарами, широких можливостей їх вибору
Кучіна С. Е., Кітченко О. М. [7]	Товарна політика – це комплекс практичних заходів, у межах якого один або кілька товарів використовуються як основні інструменти досягнення цілей підприємства
Щербань В. М. [8]	Обґрунтований алгоритм дій, що передбачає визначення виробничої програми підприємства з урахуванням інтересів споживачів, рівня впливу конкурентів, виробничих та інших ресурсних можливостей підприємства, а також стадії життєвого циклу продукту

Таким чином, можна сказати, що товарна політика – це сукупність заходів, пов'язаних з товаром, від процесу його створення до зняття товару з виробництва і доведення до покупця.

Основні напрями та принципи розробки товарної політики напряму залежать від чітко визначеної генеральної стратегії підприємства. Для правильного ефективного формування товарної політики на підприємстві необхідне виконання таких цілей:

- визначення базової концепції (моделі) товару, що впливає на форми його уявлення, його характеристики і переваги;
- ринкової атрибутики товару (політики дизайну і упаковки);
- управління асортиментною політикою;
- забезпечення конкурентних переваг за рахунок пропонованого асортименту;
- завоювання більшої частки ринку і вихід на нові ринки;
- отримання прибутку за рахунок збільшення збуту в слідстві оптимізації структури асортименту товарів;
- управління життєвим циклом товару;
- формування іміджу підприємства за рахунок пропонованого і оновлюваного асортименту;
- вдосконалення товарної політики підприємства з орієнтацією на споживчі переваги ін.

На сучасному етапі розвитку економіки можна виділити такі основні завдання товарної політики (рис. 1).



Рис. 1. Основні завдання товарної політики

Більшість проблем товарної політики підприємств є неструктурованими, невизначеними та заздалегідь не прогнозованими. Крім того, досить часто вони передбачають кілька варіантів розв'язку. Тому важливими є високопрофесійний аналіз даних і оперативна розробка альтернативних розв'язання проблем. Добре продумана товарна політика не тільки дозволяє оптимізувати процес формування та оновлення асортименту, але і слугує для керівництва підприємства свого роду орієнтиром загального напрямку дій.

Визначення асортиментної політики є головним завданням в діяльності будь-якого підприємства. Слід чітко розуміти, що саме асортимент виступає основним елементом конкурентної боротьби між підприємствами пропонують схожий товар. Товарний асортимент, як правило, характеризується:

- широтою (кількість асортиментних груп);
- глибиною (кількість позицій в кожній асортиментній групі);
- повнотою (визначається відношенням фактичної кількості різновидів товару до його кількості, передбаченої відповідною специфікою);
- ступенем оновлення (питома вага нових виробів у загальному обсязі, надійшов у продаж);
- структурою (питома вага товарних груп, підгруп, видів, різновидів вироблених товарів в загальній сумі товарообігу). Отже, розглянемо наступні складові елементи товарної політики (рис. 2).

Слід зауважити, для успішної діяльності будь-якого підприємства важливо, щоб асортиментна політика ретельно опрацьовувалася і на стадії планування продажів, і при формуванні перспективного асортименту [9].

Найважливіше значення в товарній політиці відводиться і якості товару. Традиційно під «якістю товару» розуміють сукупність всіх властивостей даного товару, що відповідають потребам певної категорії покупців. Разом з тим, відомо, що в практиці маркетингу «якість товару» сприймається виключно з боку споживача даного товару і висловлює його задоволеність продуктом.

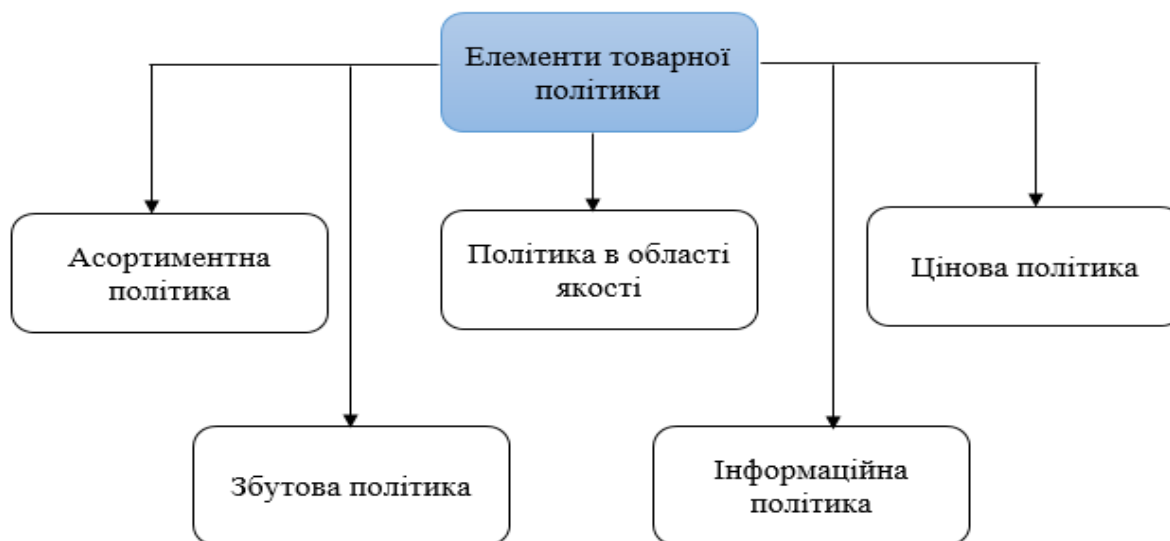


Рис. 2. Основні елементи товарної політики

Збутова політика – збуту можна дати визначення необхідний елементу процесу маркетингу, що є кінцевою і найвідповідальнішою стадією забезпечення споживачів необхідними для них товарами або послугами [10]. Основними елементами збутової політики є:

- транспортування;
- доопрацювання продукції (сортування, складання та ін.);
- складування;
- зберігання;
- передпродажна процедура, а саме просування продукції;
- сервіс і продаж продукції (контакти зі споживачами).

Метою збутової політики підприємства є ефективна реалізація продукції та її доведення до кінцевого покупця, для досягнення чого необхідно: по-перше, виявити потреби конкретного сегмента споживачів; по-друге, оцінити й розрахувати місткість даного ринку; по-третє, визначитися з каналами розподілу; по-четверте, довести продукцію до покупця.

З метою доведення продукції до кінцевого покупця виробник може використовувати різні методи збуту: прямий збут (встановлення прямого контакту між виробником даної продукції і його споживачами); непрямий збут (виробники вдаються до послуг посередників); комбінований збут (в якості посередників використовуються організації зі змішаним капіталом, в тому числі й капітал самої фірми-виробника).

Таким чином, збутова політика є надзвичайно важливим напрямом діяльності підприємства і його маркетингової служби. Більш того, це цілеспрямована діяльність по організації ефективного руху потоку товарів підприємства до кінцевого споживача.

Випускаючи товар на ринок, підприємство повинно подбати про його впізнаваності споживачами. Таким чином, метою інформаційної політики є, перш за все, формування та виявлення споживчих переваг товарів і послуг, що реалізуються підприємством.

Крім того, підприємству важливо своєчасно отримувати інформацію про ринки (конкретному сегменті ринку), про обсяг продажів, про прибуток. Крім того, в процесі формування та реалізації товарної політики важливо не тільки інформувати споживача про товар і фірму, а й здійснювати збір інформації про ринок, що дозволить своєчасно удосконалювати товарну політику на основі вивчення ринку і розробити стратегію його розвитку на довгострокову перспективу.

Важливим елементом товарної політики є цінова політика, основною метою якої є отримання максимального прибутку при заданому обсязі продажів в одиницю часу. При розробці цінової політики підприємству і його керівництву, необхідно чітко визначитися з метою і вибором цінової стратегії.

Ціни та цінова політика є важливими інструментами маркетингової діяльності в умовах економічної нестабільності. Ціна лежить в основі вироблення загальної стратегії виходу на міжнародний ринок і сприяє активізації бізнесу. Головною перевагою ціни перед іншими складовими комплексу маркетингу є те, що її можна швидко налаштувати під тенденції мінливої кон'юнктури ринку. Сутність цінової політики визначається у тому, що формування цін дозволяє підприємствам досягати конкурентних переваг і забезпечувати стабільним розвиток.

При розгляді процесів, пов'язаних з ціноутворенням, необхідно уважно вивчити всі чинники, що створюють ту чи іншу ринкову ситуацію і їх вплив на формування цін. При ціноутворенні виділяють наступні підходи:

- 1) підхід, що складається на основі регулярного попиту та пропозиції;
- 2) підхід до встановлення цін з точки зору конкретної стратегії підприємства, а саме, чим більшу цінність товар має для споживача, тим більший діапазон має виробник для встановлення цін;
- 3) визначення попиту – виявлення потреби в товарі в аналізованому періоді часу, визначення залежностей між обсягом продажів і рівнем встановлених цін;
- 4) аналіз витрат;
- 5) аналіз конкурентів [11, с. 275].

Оснoву цінової політики на міжнародному ринку становить розробка цінових стратегій, яка є важливим елементом при прийнятті рішень щодо ціни продажу і включає:

- формування цілей ціноутворення повинно бути пов'язане з загальними цілями підприємства, заснованими на збуті, прибутку або наявному положенні;
- визначення загальної політики ціноутворення, яка повинна відповідати цільовому ринку підприємства і поєднуватися зі структурою маркетингу.

Сучасний підхід до ціноутворення являє собою складний багатоетапний процес, що вимагає враховувати перелік критеріїв та факторів. Правильне використання цінового інструменту дозволяє підприємствам будувати правильну позицію на внутрішньому і зовнішньому ринках, формувати попит на свою продукцію і викликати довіру з боку споживачів, забезпечуючи стабільність і отримання запланованих фінансових результатів.

Ціна є важливим елементом функціонування ринкової економіки. Вона обслуговує оборот реалізації товарів, робіт та послуг, служить показником витрат на виробництво, реалізацію продукції та результатів господарської діяльності, визначаючи тим самим не тільки розмір грошових коштів, але і розмір грошових накопичень, які залишаються в їхньому розпорядженні. Ціни не можна розглядати повз економічні процеси в країні, більш того, вони є одним з основних елементів розвитку ринкової економіки.

Обслуговуючи оборот по реалізації товарів, робіт, послуг, ціна служить показником витрат на виробництво та реалізацію. Вона є найважливішим інструментом формування та розподілу доходів населення, впливаючи на його життєвий рівень. Всі ці можливості ціни використовуються при проведенні цінової політики [12, с. 195].

Перш за все, цінова політика є сукупністю дій органів державної влади та управління, органів місцевого самоуправління, які спрямовані на вдосконалення процесів ціноутворення для забезпечення економічних інтересів підприємства та споживачів товарів. Цінова політика повинна бути пов'язана з рівнем економічного розвитку та направлена на сприяння розвитку ринкових відносин, конкуренції, вільному переміщенню продукції, товарів, послуг і фінансових коштів. Крім того, від ціни буде залежати підвищення якості продукції та ефективний розвиток економіки. Цінова політика необхідна для соціальної захищеності населення від зростання цін та інфляційних процесів, для досягнення оптимального співвідношення між динамікою цін, рівнем заробітної плати та інших грошових доходів населення. На основі діяльності суб'єктів ціноутворення приймається регулювання цін, необхідне для підвищення якості продукції, що виробляється, та задоволенням на неї. Регулювання має підтримувати ціни на внутрішньому ринку на рівні, що забезпечує паритет цін, узгодженому з доходами населення, а на міжнародному ринку – дозволяє забезпечувати конкурентоспроможність продукції [13, с. 156].

Незалежно від того, чи є ціни вільними або регульованими, їхнє формування повинно здійснюватися за єдиною методикою і бути ідентичним у всіх сферах економіки. На склад ціни впливає система оподаткування та соціальне значення товарів та послуг.

Роздрібна ціна товарів, які виробляються, повинна містити в собі повну собівартість виробів, прибуток, акциз, податок на додану вартість, гуртову і торгову націнки. Такий склад ціни є найбільш поширеним, але, в залежності від асортименту, у товар можуть враховуватись додаткові елементи продукції [14, с. 8].

В умовах переходу від прямого регулювання цін до застосування непрямого процесу управління ціноутворення використовуються важливі складові впливу на ціни, а саме: податки, пільгові кредити, ставки орендної плати та ін.. Детальне вивчення цінової політики товарів сприяє формуванню цін в економічній діяльності та посилення її ролі в підвищенні суспільного відтворення та поліпшенні життєвого рівня населення.

Товар, його якість, кількість і ціна формуються у процесі його виробництва та подальшому русі до споживача. Ціна, перш за все, визначається як відношення між виробником та споживачем, а всі наступні дії за участю посередників є вторинними.

Майбутні цінові відносини представляються у вигляді цінової політики підприємства, яка враховує ті зміни, які будуть здійснюватися у мінливому світі. Запланувати всі загрози неможливо, але важливим фактором є прийняття рішень власником і найманими менеджерами, знання і досвід яких дозволяють швидко орієнтуватись в мінливому навколишньому середовищі та приймати правильні рішення.

Кожен суб'єкт цінового процесу має свій інтерес і прагне реалізувати його у своїй господарській діяльності. Задоволення потреб на основі використання певної сукупності ресурсів забезпечує життєдіяльність споживача. У зв'язку з цим, споживач завжди має своє розуміння цінового процесу, і в цьому проявляється його самостійність та свобода.

В основі цінового процесу лежить єдність інтересів двох суб'єктів, що забезпечують свою життєдіяльність через задоволення потреб, що дозволяє формувати довгострокові відносини між споживачем і виробником. Перед виробником у будь-якій господарській сфері

з економічної точки зору постає питання щодо отримання максимального прибутку. Але, прибуток – це не просто елемент ціни, це складний елемент соціально-економічної системи. Ціна, яка суттєво впливає на прибуток, враховує імідж підприємства-виробника, гарантійне обслуговування, життєвий цикл товару, продаж на замовлення, місце розташування та оформлення підприємства-виробника [15, с. 274].

ВИСНОВКИ

Отже, очевидно, що товарна політика є одним з провідних ланок у продажу товарів і найважливішим напрямком в діяльності підприємства, оскільки впливає на його прибуток, конкурентоспроможність і економічну стійкість в цілому.

Таким чином, в сучасних умовах для ефективного функціонування підприємству необхідно: мати глибоке уявлення про ринок, свої можливості й ресурси, а також мати чітке уявлення про основні елементи товарної політики та її структури.

Цінова політика відіграє важливу роль у розвитку підприємства. В заощадженні грошових коштів зацікавлені, як виробники, так і споживачі товарів. Економія витрат, яку намагається контролювати виробник, перш за все, пов'язана з оплатою праці працівників, особливо найманого персоналу. Підприємства можуть знижувати витрати на тепло, енергію, тим самим вони формують власну економічну систему реалізації продукції.

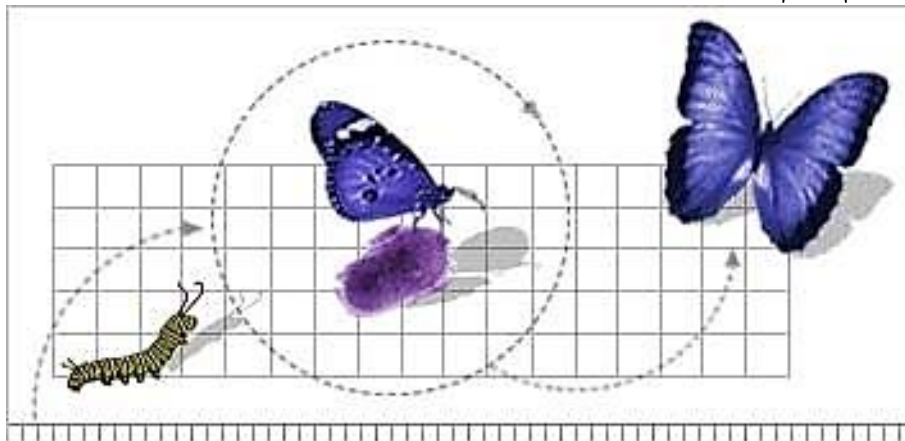
Весь асортимент товарів, який пропонує виробник буде відрізнятися за ціновою політикою. Один товар можна здешевити, на інший – підняти ціну. Так чи інакше на вартість буде впливати цінова політика, яка залежить від зовнішніх чинників, конкурентності, економічного стану в країні та багатьох інших умов.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Беленов О. Н., Бугаєва Т. М. Типологія методів управління асортиментом продукції. *Сучасна економіка: проблеми і рішення*. 2016. № 1. С. 69–76.
2. Вершигора Є. Ю. Маркетингова товарна політика. Навчальний посібник для студентів ВНЗ. Хмельницький екон. ун-т. Тернопіль, Астон, 2015. 407 с.
3. Холодний Г. О. Маркетингова товарна політика, Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця. 2018. 49 с.
4. Кузьминчук Н. В., Куценко Т. М., Терованесова О. Ю. Теоретико-методичні аспекти оцінки лояльності споживачів як об'єктивна умова розвитку підприємництва. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2019. № 66. С. 149–158.
5. Разнодежіна Е. Н. Комерційна діяльність: навч. посібник. Ульяновськ: УлГТУ, 2015. 140 с.
5. Ткаченко Н. Б. Маркетингова товарна політика. Опорний конспект лекцій. Київ: КНТЕУ, 2015, 35 с.
7. Кучіна С. Е., Кітченко О. М. Маркетингова політика ціноутворення: аналіз та вплив на дохід компанії. *Бізнес Інформ*. 2015. № 3. С. 292–297.
8. Щербань В. М. Маркетинг: навч. посібник. Київ: Центр навчальної літератури, 2016. 208 с.
9. Лісовський П. М. Управлінські перспективи планування асортименту в роздрібній мережі. *Довідник економіста*. 2016. № 7. С. 54–66.
10. Новиков А. І. Збутова політика підприємства як основа господарської діяльності. В збірнику: *Інноваційні наукові дослідження: теорія, методологія, практика збірник статей переможців III міжнародної науково-практичної конференції*. 2016. С. 116–118.
11. Лега Ю. Г. Якість, ціна та ефективність виробництва: монографія. Запоріжжя, 2018. 503 с.
12. Гончаров В. М. Стратегічні засади ціноутворення за умов ризику та невизначеності в системі інноваційного розвитку економічної системи України: монографія. Луганськ: Видавництво СНУ ім. В. Даля, 2017. 208 с.
13. Корінев В. Л. Маркетингова цінова політика: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 200 с.
14. Обозна В. В. Цінова політика в системі управління збутовою діяльністю на підприємстві. *Економічний вісник Запорізької державної інженерної академії*. 2017, липень. № 1-2. С. 7–12.
15. Сус Л. М. Особливості цінової політики та ціноутворення в Україні. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2016. 20-26 жовт. № 1. С. 272–275.

РОЗДІЛ 3

ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ



УДК 621.794.06.538.422.24

Бєлов С. С. (АВП-19-1)

КОНТРОЛЬ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Розглядається проблема електромагнітної екології, а саме, регуляція електромагнітних випромінювань в навколишньому середовищі. Пропонується пристрій для контролю і реєстрації рівня електромагнітного випромінювання.

The problem of electromagnetic ecology, namely, the regulation of electromagnetic radiation in the environment, is considered. A device for monitoring and recording the level of electromagnetic radiation is proposed.

У повсякденному житті нас оточують електромагнітні поля (ЕМП), частіше це ЕМП природного походження. До них належать атмосферна електрика, постійне магнітне поле Землі і геомагнітні варіації, що виникають при взаємодії земного магнітного поля з міжпланетним середовищем [1]. Весь час поки розвивалося людство, на Землі проходили складні процеси адаптації до природних ЕМП. Крім того, воно стало частиною нормального протікання процесів у організмах вищих ссавців, у тому числі й людини. Природні магнітні поля служать біологічними сигналами точного часу, дозволяючи організму відповідним чином підлаштувати (синхронізувати) ритміку фізіологічних процесів.

Але у наш час у світі вже відбувся значний науково-технічний прогрес, тому до природних ЕМП додалися ще й поля антропогенного походження. Ми знаходимося під їх впливом кожен день, протягом усього життя.

Проблема електромагнітної екології стає ще актуальнішою через бурхливий розвиток технологій, пов'язаних з випромінюванням в довкілля електромагнітної енергії. Актуальність проблеми полягає в тому, що посилюється неконтрольований вплив електромагнітних полів.

Метою роботи є створення переносного пристрою для виміру сили електромагнітного поля з можливістю застосування на відкритому і в замкнутому просторі.

Тож перед нами постають такі завдання:

- 1) Розглянути який вплив мають електромагнітні поля на довкілля.
- 2) Розробити блок-схему роботи пристрою і структурувати прилад.

Основна увага, при дослідженні потенційної небезпеки для здоров'я від електричних і магнітних полів, приділялася техногенним полям з частотою 50–60 Гц, особливо полям від ліній електропередач (ЛЕП) через їх можливий зв'язок з збільшенням кількості зло-якісних захворювань. Останнім часом розглядають також магнітні поля, що генеруються електрифікованим транспортом, які дають основний внесок в магнітне оточення щільно населеної міського середовища. Транспортні поля мають складну частотну структуру, головним чином, з частотними компонентами нижче 15 Гц [2].

На сьогодні актуальним дослідженням в області біологічної дії ЕМП, є аналіз, проведений 12 науковими групами з 7 європейських країн за радянських часів. Сбір інформації координувався німецькою групою Verum. Метою роботи було отримання достовірних результатів впливу радіотелефонів на живі організми. З'ясували, що ЕМП викликають пошкодження ДНК-носія генетичної інформації, що призводить до серйозних захворювань у майбутньому.

Сильні техногенні магнітні поля на частоті 50 Гц (60 Гц в США) можна виявити в безпосередній близькості від домашньої побутової електротехніки: наприклад, 1 мкТл – від холодильника, 10 мкТл – від кавоварки, 100 мкТл – від мікрохвильової печі.

Електробритви, електричні фени для сушіння волосся і т. п. здатні генерувати на своїй поверхні магнітні поля в 500-2000 мкТл. Ці поля генеруються, в основному, круговими струмами малого діаметра і їх інтенсивність швидко спадає майже до нуля на відстанях менше 0,5 м. Однак більшість людей проводять трохи часу у безпосередній близькості від таких полів. Наприклад, підвищені рівні магнітних полів від 3–5 до 10 мкТл спостерігаються в робочих зонах сталеливарного виробництва, де для плавки використовуються електропечі [2]. Варто також відмітити, що з сьогоднішньою доступністю мережі інтернет, удома, на роботі і в учбових закладах встановлені Wi-Fi роутери, які у нас працюють цілодобово, тим самим генерують в приміщенні постійне ЕМП потужністю 0.19 В/м (0.01 Вт/см²), при відповідності потужності санітарним нормам.

Також слід зупинитися на впливі ЕМП, щодо навколишнього середовища, на прикладі комах. Безхребетні тварини чуйно реагують на зміну вологості повітря, яка підсилює їх реакцію на ЕМП [3]. Цікаво, що дрозofiли помітно реагують навіть на відносно слабе електричне поле, аж до 200 в/м (приблизно таке ж поле виникає при проходженні невеликої хмари), хоча і дуже швидко до нього адаптуються [4].

Якщо відійти від теми безхребетних, то було встановлено, що змінні магнітні поля (МП) частотою 0,01 Гц з амплітудами порядку 10 нТл пригнічують розмноження деяких видів бактерій [5], роблять істотний вплив на систему крові тварин [6].

Треба підмітити важливу деталь, в живих організмів також є свої електромагнітні випромінювання. В такому випромінюванні, обмеженому з боку коротких хвиль оптичним випромінюванням, а з боку довгих хвиль – радіохвилями довжиною близько 60 см, виділяють чотири діапазони: а) постійне і низькочастотне електричне і магнітне поле; б) радіохвилі надвисоких частот; в) інфрачервоне випромінювання; г) оптичне випромінювання [7].

Ця інформація нам потрібна з метою виявлення можливої похибки у вимірюваннях, що будуть виконуватися за допомогою прототипу.

Щодо людини, то у 1953 році американський вчений Г. Шван запропонував вважати гранично допустимою для людини щільність потоку енергії, рівну 100 мВт / см². Такий рівень підвищує температуру опромінюваного об'єкта або ділянки не більше, ніж на 1°C, і викликає ефекти порівнянні з відбуваються в організмі при природних фізіологічних процесах. У 1956 році цей гранично допустимий рівень для діапазону частот від 10 МГц до 100 ГГц був введений Американським Національним інститутом стандартів, як для виробничого персоналу, так і для населення. Цей же рівень був пізніше прийнятий в якості гранично допустимого багатьма західними країнами.

Наразі існують прилади для вимірювання електромагнітних полів, але більшість з них надто дорогі, або не відповідають деяким потребам. Тому для контролю рівня електромагнітного випромінювання ми можемо структурувати наш аналог такого приладу, що буде не просто вимірювальним, але й матиме можливість збереження звіту про виконані виміри у базу даних.

Перш ніж перейдемо до структури приладу, створимо блок-схему (див. рисунок 1) його роботи, які операції проводитиме прототип і який результат ми отримаємо у кінці.

Для проведення цього роду збору інформації нам знадобиться вимірювальна антена. Як один з варіантів можливе використання спіральної антени. Спіральна антена – діапазонна антена хвилі, що біжить, основним елементом якої є провідник у формі гвинтової лінії або спіралі. Характерною особливістю спіральних антен є їх високий вхідний опір, що дозволяє у ряді випадків без використання додаткових узгоджуючих трансформаторів привести його до 50 Ом для передачі по звичайному коаксіальному кабелю. Застосовується, як правило, для прийому і передачі на високих частотах. Антена буде об'єднана з підсилювачем, для того щоб охоплювати більший діапазон частот. Таким чином, спіральна антена (див. рисунок 2) складається з двох рівних плечей, кожне з яких має 1,5 обороти. Кінці двох спіральних гілок усічені, щоб створити найменшу фізичну антену для заданої нижчої резонансної частоти.

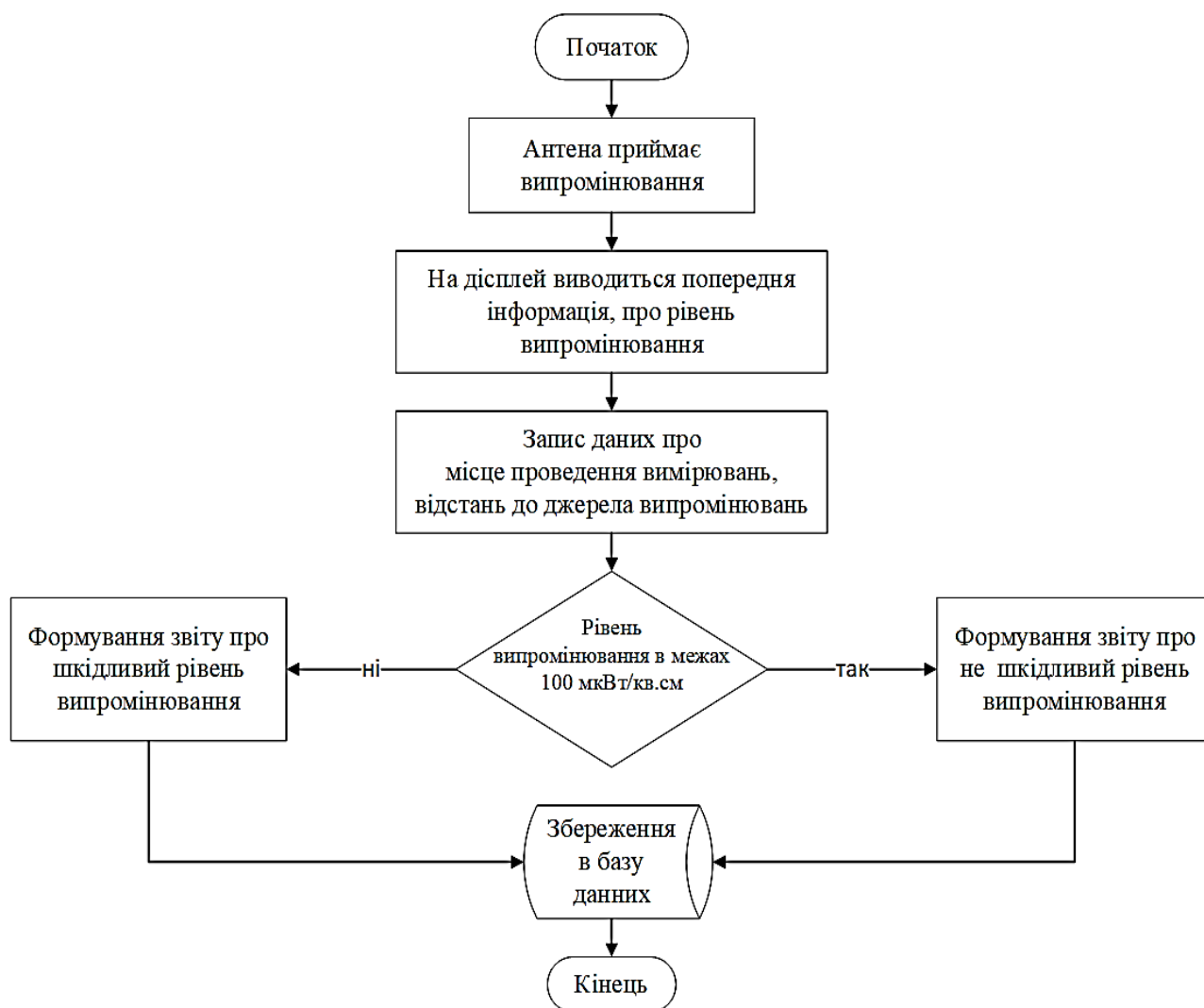


Рис. 1. Блок-схема приладу

В якості альтернативи кінець спіральних рукавів може бути звужений, що приведе до більше постійного вхідного опору антени. Спіральна антена виготовлена на 220×430 мм підкладка FR - 4, завтовшки 1,5 мм і відносно діелектричною проникністю (ϵ_r) 4,4.[8]

У пристрої буде доцільна наявність рідкокристалічного дисплею, для перегляду попередньої інформації, а також повинні бути певні органи керування, а саме деякий пульт керування пристроєм.



Рис. 2. Спіральна антена

Вимірювальний прилад повинен мати підключення до ноутбука чи комп'ютера, здійснювати підключення доцільно через USB кабель, де за допомогою спеціальної програми буде проводитись аналіз і складатися звіт, де будуть вказані дані отримані в результаті вимірів, а також дані геолокації, який у свою чергу буде зберігатися у базі даних. Розглядалось також підключення до смартфона, але це несе із собою зайві витрати, ускладнення загальної структури і розробки пристрою.

Головна проблема при компонуванні прототипу це розміри і вартість. Потрібно, щоб пристрій можна було легко переносити і він не мав завеликі габарити, що звичайно ускладнює його структурування. В якості джерела живлення можна використати різні види акумуляторів, доцільна міра, якщо потрібна висока мобільність пристрою. Живлення приладу буде залежати від його кінцевого енергоспоживання.

ВИСНОВКИ

Ознайомившись з впливом ЕМП на живі організми і навколишнє середовище ми прийшли до висновку, що регуляція ЕМП у середовищі потрібна вже зараз, бо розвиток технологій продовжується, кількість електронних виробів зростає, а з нею зростає і кількість випромінювання, під дією якого ми знаходимося цілодобово.

Ми визначилися з загальною структурою пристрою для вимірювання електросмогу, його складовими, а також з принципом роботи. Наявність таких приладів надзвичайно важлива. Тому має сенс подальше вивчення питання впливу ЄМП і його регуляції.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Либерман А. Н., Денисов С. Г. Мобильный телефон как источник техногенного воздействия электромагнитных полей на население. *Радиационная гигиена*. Том 4, № 4. 2011. 16 с.
2. Птицына Н. Г. [и др.] Естественные и техногенные низкочастотные магнитные поля как факторы, потенциально опасные для здоровья. *Успехи физических наук*, Том 168, № 7, 1998. С. 768–769.
3. Чернышев В. Б., Афолина В. М. Влияние слабых низкочастотных магнитных полей на некоторых насекомых. *Реакции биологических систем на слабые магнитные поля*, 1973. С. 16–19.
4. Чернышев В. Б. Экология насекомых. Учебник. Изд-во МГУ, 1996. 304 с.
5. Ачкасова Ю. Н. Избирательная чувствительность бактерий к инфранизкочастотным магнитным полям. *Электромагнитные поля в биосфере*. Том 2. Москва: Наука, 1984. С. 72–78.
6. Макеев В. Б. [и др.] Физиологически активные инфра-низкочастотные магнитные поля. *Электромагнитные поля в биосфере*. Том 2. Москва: Наука, 1984. С. 62–72.
7. Антонов В. А. [и др.] Биофизика: учеб. для студ. высш. учеб.заведений. под ред. проф. В. Ф. Антонова. Москва: Гуманит. изд. центр «ВЛАДОС», 2003. 288 с.
8. J. Thaysen, K. B. Jakobsen, J. Appel-Hansen. A Logarithmic Spiral Antenna for 0.4 to 3.8 GHz. *APPLIED MICROWAVE & WIRELESS*. 2001. P. 37–38.

УДК 004.93'1.032.26:615.322

Вовненко В. В. (АВП-19-1мн)

СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ НА ОСНОВІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ З МЕТОЮ ВИЗНАЧЕННЯ НАЙМЕНУВАННЯ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН ДЛЯ НАДАННЯ ДОПОМОГИ І ЛІКУВАННЯ

У статті представлена нейронна мережа на основі моделі розпізнавання InceptionV3, з використанням бібліотеки машинного навчання TensorFlow, для більш чіткого і якісного розпізнавання зображень класифікованої бази даних.

The article presents a neural network based on the InceptionV3 recognition model, using the TensorFlow machine learning library, for clearer and better-quality recognition of classified database images.

Використання нейронної мережі з кожним днем розповсюджує свій вплив, в результаті роблячи життя людини простішим в різних її аспектах. Можливість визначати і розпізнавати різні елементи оточення людини, де вона не була б, за декілька секунд, робить цю технологію мінімально витратною і дає відмінні результати в самих найрізноманітніших сферах. Одна з таких тем – ідентифікація лікарських рослин. Різновид рослин, колір, розмір і структура їх оцінювання – трудомісткий процес. При створенні поліпшеної системи розпізнавання, використовуються різного роду моделі розпізнавання, такі як InceptionV3 з використанням бібліотеки машинного навчання TensorFlow, на основі аналізу часу розпізнавання, колірної гами рослини і його елементів, такі як листя і квітки.

Результат розглянутої проблеми являє собою необхідність покращення ідентифікатору лікарських рослин для більш точного аналізу в результаті зменшення нещасних випадків, а також удосконалення інтерфейсу для поліпшення орієнтації у додатку, для використання користувачем. Збільшення датасету для локального використання, що дає доступ до нейронної мережі без необхідності використовувати інтернету.

Аналіз останніх публікацій. В даний час існує значна кількість публікацій, присвячених питанням розробки архітектури НМ для розпізнавання об'єктів на зображення для різних цілей, зокрема для розпізнавання рослин [1–5]. При цьому питання застосування нейронної мережі для виявлення і класифікації лікарських рослин є мало розглянутими, та заздалегідь використовують мало чіткі системи розпізнавання, таким чином є необхідність подальших досліджень для поліпшення розпізнавання компактних (точкових) об'єктів.

Метою статті є розробка програмного продукту, який має змогу швидко, точно ідентифікувати рослину, при використанні побудованої та класифікованої нейронної мережі; поліпшення ідентифікації, для мінімізації похибки точності; надання кожній людині можливість самостійно робити аналіз лікувальних рослинах. Це зменшить ризики отруєння, або подразнень епідермісу, які можуть призвести до тяжких симптомами, та навіть смерті. Тому стоїть вагома причина зменшення нещасних випадків – отруєнь, та неправильного використання певних лікувальних рослин у певній сфері лікування.

Рослини займають значну частину планети Земля. Людина використовує їх в різноманітних сферах по сей день. Їх різновид, колір, розмір і структура робить їх універсальним ресурсом. У даному випадку розглянемо роль рослин у медицині.

За всю свою довгу історію людство використовувало рослини з певним ризиком. Велика кількість людей помирала від отрути та неправильного використання тих або інших рослин. Люди вивчали флору, запам'ятали та передавали знання із покоління в покоління, але це не давало 100 % результату, що хтось не отруїться або не сплутає схожі між собою рослини.

Зараз зроблено безліч записів і баз даних, відкрито майже всі існуючі рослини, вивчено не одне покоління лікарів, але навіть і зараз деякі люди через неухважність, дитячу цікавість та необережність куштують або використовують і надалі отруйні та невідповідні лікарські рослини в лікуванні певних захворювань або для загосення поранень.

В наш час людство перейшло на новий рівень лікування, і майже ніколи, на пряму, не застосовує лікарські рослини, що підвищує кошові витрати на лікування тим, що сучасні ліки виробляються в лабораторіях за допомогою передових технологій. Їх доступність і надійність вища ніж у рослин, але нажалі не кожен може витратити стільки коштів. Також є захворювання, які не під силу сучасній медицині, або можуть визивати сильні побочні ефекти із-за вмісту отруйних речовин. В лікарських рослинах же навпаки, не міститься ні металів, ні модифікованих речовин, що робить їх більш безпечними у правильному використанні. Але навіть зараз, коли людство знає майже всі рослини світу, більшість людей не зможе відлічити одну рослину від іншої, або знати необхідну, що може призвести до непередбачувані наслідки. Тому в наслідок останніх подій почали з'являтися різні ідентифікатори і розпізнавані рослин. Більшість з них присутні на системі Android і невелика кількість на PC. Але навіть з таким достатком програм більшість з них або погано працюють, або видають неточну інформацію, яка може нашкодити здоров'ю. Навіть пошукова система Google видає лише частково правильні відповіді при пошуку певної рослини. І найголовнішою помилкою є те, що данні ПО дають можливість користувачам вносити свої неправильні та некоректні данні, які йдуть в нейронну мережу і формують помилки, які, нажалі, у великій кількості зображень або довго шукають, або навіть залишають все як є.

Головною частиною ідентифікатора є його набір зображень лікарських рослин – дата-сет. Після їх зібрання необхідно представити їх в такому виді, щоб ідентифікатор міг порівняти отримане зображення з тими, що вже мають, тому потрібно зробити нейронну мережу на основі розповсюдженої бібліотеки TensorFlow з моделлю InceptionV3.

Таблиця 1

Порівняння ефективності моделей

Модель	Мережа	Цільова метрика (rank)	Top 1	Top 3	Top 5	Епохи	ТТА
1	VGG16	0.549490	0.454194	0.610442	0.665546	9	Ні
2	VGG16	0.553820	0.458732	0.612600	0.666996	9	Так
3	VGG19	0.559978	0.468980	0.620219	0.676396	2	Ні
4	VGG19	0.563019	0.470534	0.619303	0.682585	2	Так
5	ResNEt50	0.573424	0.489943	0.627836	0.688938	6	Ні
6	ResNEt50	0.581954	0.495962	0.638806	0.716630	6	Так
7	Inception V3	0.528063	0.495962	0.666928	0.721084	8	Ні
8	Inception V3	0.615734	0.535675	0.671392	0.723992	8	Так

InceptionV3 – це широко використовувана модель розпізнавання зображень, яка показала точність набору даних ImageNet більш 78,1 %. Модель є кульмінацією багатьох ідей, розроблених багатьма дослідниками за ці роки. Являється прямим аналог ResNet і VGG-19 та 16, тобто архітектура і метод перед навчання являється аналогічним – створення шарів щодо введеного зображення, але результат розпізнавання має свої переваги. Використано 4 метрики: основну метрику, запропоновану організаторами, а також 3 тор-метрики — Top 1, Top 3, Top 5. Тор-метрики, також як і основна, застосовуються до спостереження (набору фотографій з однаковим Observation Id), а не окремого зображення.

В процесі роботи об'єднано результати декількох моделей, щоб ще більше покращити якість класифікатора (всі моделі бралися з однаковою вагою). Останні три рядки в таблиці, показують кращі результати, отримані при об'єднанні моделей.

Сама модель складається з симетричних і асиметричних будівельних блоків, в тому числі згорток, середнього пулу, максимального пулу, конкататов, випадіння і повністю пов'язаних шарів. Batchnorm широко використовується в моделі і застосовується для входів активації. Збиток розраховується через Softmax.

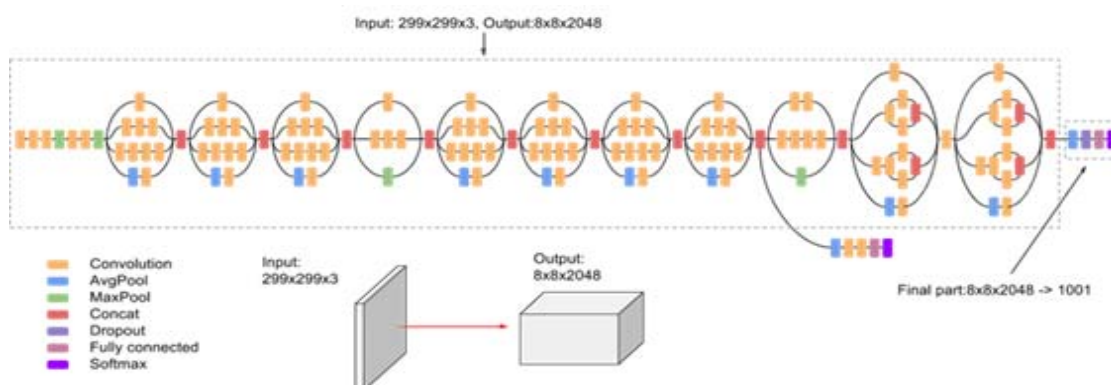


Рис. 1. Мережа вводу зображень в систему по шарам

Під зображенням розуміється матриця пікселів, кодованих в моделі RGB:

$$C = \begin{cases} c_{ij} | c_{ij} = (r_{ij}, g_{ij}, b_{ij}), \\ 0 \leq r_{ij}, g_{ij}, b_{ij} \leq 255, \\ 1 \leq i \leq h, 1 \leq j \leq w \end{cases} \quad (1)$$

де c – введене зображення;
 h – висота зображення;
 w – ширина зображення.

На вхід шару conv1 подаються RGB зображення розміру 224×224 . Далі зображення проходять через стек згорткових шарів, в яких використовуються фільтри з дуже маленьким рецептивним полем розміру 3×3 (який є найменшим розміром для отримання уявлення про те, де знаходиться право/ліво, верх/низ, центр).

В одній з конфігурацій використовується згортковий фільтр розміру 1×1 , який може бути представлений як лінійна трансформація вхідних каналів (з подальшою нелінійністю). Згортковий крок фіксується на значенні 1 піксель. Просторовий додаток (padding) входу згорткового шару вибирається таким чином, щоб просторовий дозвіл зберігався після згортки, тобто доповнення дорівнює 1 для 3×3 згорткових шарів. Просторовий пулінг здійснюється за допомогою п'яти max-pooling шарів, які йдуть за одним з згорткових шарів (не всі згорткові шари мають наступні max-pooling). Операція max-pooling виконується на вікні розміру 2×2 пікселів з кроком 2.

Після стека згорткових шарів (який має різну глибину в різних архітектурах) йдуть три повноз'язних шари: перші два мають по 4096 каналів, третій — 1000 каналів (так як в змаганні ILSVRC потрібно класифікувати об'єкти за 1000 категоріями; отже, класу відповідає один канал). Останнім йде soft-max шар. Конфігурація повноз'язних шарів одна і та ж у всіх нейромережах.

Всі приховані шари забезпечені ReLU. Зазначимо також, що мережі (за винятком однієї) не містять шару нормалізації (Local Response Normalisation), так як нормалізація не покращує результату на датасеті ILSVRC, а веде до збільшення споживання пам'яті і часу виконання коду.

Конфігурації згорткових мереж представлені на рисунку 1. Кожна мережа відповідає своєму імені (A-E). Всі конфігурації мають загальну конструкцію, представлену в архітектурі,

і відрізняються лише глибиною: від 11 шарів з вагами в мережі А (8 згорткових і 3 повноз'язних шару) до 19 (16 згорткових і 3 повноз'язних шару). Ширина згорткових шарів (кількість каналів) відносно невелика: від 64 в першому шарі до 512 в останньому з збільшенням кількості каналів у 2 рази після кожного max-pooling шару.

Таблиця 2

Конфігурації згорткових мереж

ConvNet configuration					
A	A-LRN	B	C	D	E
11 weight layers	11 weight layers	13 weight layers	16 weight layers	16 weight layers	19 weight layers
Input (224 X 224 RGB image)					
conv3-64	conv3-64 LRN	conv3-64 conv3-64	conv3-64 conv3-64	conv3-64 conv3-64	conv3-64 conv3-64
Maxpool					
conv3-128	conv3-128	conv3-128 conv3-128	conv3-128 conv3-128	conv3-128 conv3-128	conv3-128 conv3-128
Maxpool					
conv3-256 conv3-256	conv3-256 conv3-256	conv3-256 conv3-256	conv3-256 conv3-256 conv3-256	conv3-256 conv3-256 conv3-256	conv3-256 conv3-256 conv3-256 conv3-256
maxpool					
conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512 conv3-512 conv3-512
maxpool					
conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512 conv3-512 conv3-512
maxpool					
FC-4096					
FC-4096					
FC-1000					
Soft-max					

Розповсюдження інформації у нейронній мережі – це функції XOR на нейронній мережі. На вхід нейромережа отримує 3-канальні пікселі зображення різного розміру. На виході маємо число, що характеризує якість класифікації.

Одним з найпопулярніших методів оптимізації, що застосовуються для оптимізації нейронних мереж є методи, засновані на обчисленні градієнта. Зокрема градієнтний спуск. Існує багато технік і модифікацій для того, щоб пришвидшити збіжність методу.

Градієнтний спуск (ГС) – це спосіб мінімізувати цільову функцію $C(\theta)$, де $\theta \in \mathbb{R}^d$ – параметри моделі, шляхом оновлення параметрів у напрямі, протилежному градієнту цільової функції $\nabla C(\theta)$. Параметр η позначає крок алгоритму, який виконується в напрямі (локального) мінімуму. Інакше кажучи, відбувається рух в напрямі схилу по поверхні цільової функції аж поки не буде досягнуто «долини».

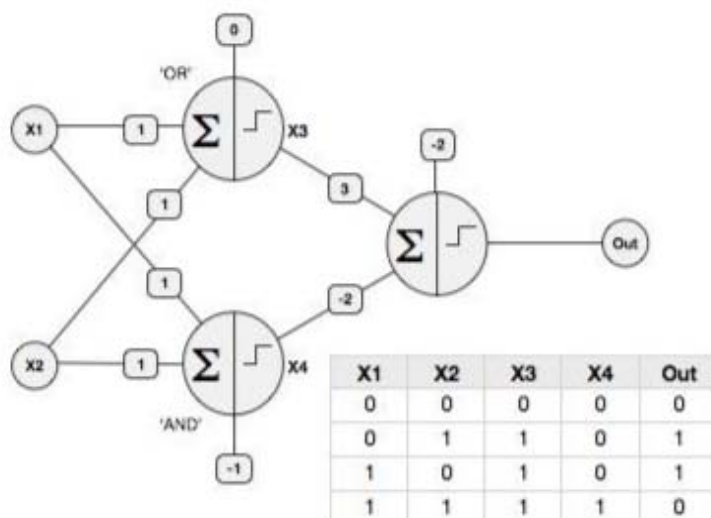


Рис. 2. Мережа вводу зображень в систему, по шарам

Існує три варіанти градієнтного спуску, які застосовуються в залежності від кількості даних, що використовуються. В залежності від кількості даних обирається «золота середина» між точністю оновлення параметрів і часом, який необхідний для оновлення:

- градієнтний спуск (Оскільки необхідно розрахувати градієнти на цілому датасеті для того, щоб зробити одне оновлення, пакетний градієнтний спуск може дуже повільно сходиться і займати дуже великий об'єм оперативної пам'яті);

- стохастичний градієнтний спуск (Зменшує час і витрати, але знижує точність, та навпаки);

- міні-пакетний градієнтний спуск – золота середина (флуктуації функції зменшує). Бере елементи датасета частково.

Таким чином, міні-пакетний ГС зменшує флуктуації під час оновлення параметрів, що може призвести до кращої збіжності. Типовий розмір міні-пакету обирається між 50 і 256 екземплярами. Зазвичай для навчання нейромереж обирається саме міні-пакетний ГС. Часто, коли мова йде про використання стохастичного ГС, мається на увазі саме міні-пакетний ГС.

Для поліпшення можна використати декілька методів:

- Метод Адам (дозволяє регулювати швидкість навчання залежно від параметра, виконуючи більші оновлення для рідких параметрів і маленькі оновлення для частих параметрів);

- Метод зворотного розповсюдження помилки (ітеративний алгоритм (повторення) - повторенням викорінює грубі помилки в залежності від ваги шару).

Препроцесінг зображень надає певну увагу на головні частини рослини, що і надає системі точності, тобто це попередня обробка зображень. Основною метою передобробки є виявлення найбільш важливої частини зображення і видаленні непотрібного шуму.

Всі зображення в навчальному процесі мережі можна розділити на категорії в залежності від частини рослини, зображеної на них: Entire (рослина цілком), Branch (гілка), Flower (квітка), Fruit (фрукт, або ягода), LeafScan (скан листа), Leaf (лист), Stem (стебло). Для кожної з цих категорій був підібраний свій найбільш підходящий метод попередньої обробки.

Обробка Entire і Branch зображень

Не треба змінювати Entire і Branch зображення, оскільки найчастіше велика частина зображення містить корисну інформацію, яку не треба втрачати.



Рис. 3. Малюнок рослини цілком, з усіма її елементами. Обробка певної частини рослини – гілка

Обробка Flower і Fruit зображень

Для обробки Flower і Fruit зображень використовує один і той же метод:

- описуємо прямокутник навколо кордону;
- застосовуємо фільтр Гаусса з параметром $\alpha = 2.5$;
- використовуємо метод активних контурів для пошуку найбільш важливої частини зображення;
- конвертуємо зображення в чорно-біле.



Рис. 4. Обробка певної частини рослини – квітка



Рис. 5. Обробка певної частини рослини – фрукт, або ягода

Обробка LeafScan зображень

Переглянувши фотографії LeafScan, можна помітити, що в більшості випадків лист знаходиться на світлому фоні. Нормування зображення білим кольором:

- спершу конвертуємо зображення в чорно-біле і застосовуємо Otsu-метод, щоб порахувати граничне значення;
- всі пікселі, значення яких менше порогового значення, фарбуємо в білий колір.

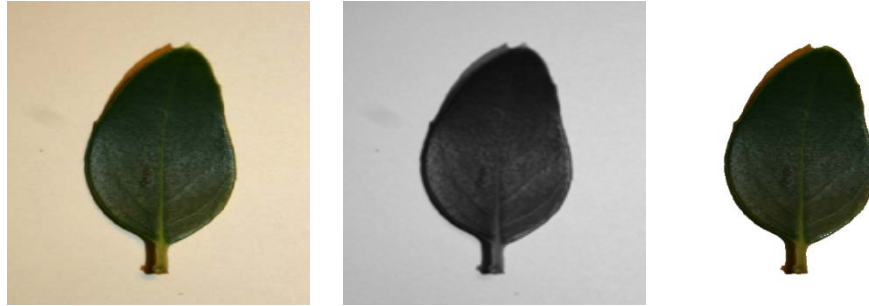


Рис. 6. Сканування листка рослини

Обробка Leaf зображень

Зазвичай в Leaf зображеннях лист знаходиться в центрі, а його контур трохи відступає від країв зображення. Для препроцесінгу таких фото запроваджуються наступні методи:

- вирізаємо по 1/10 зображення зліва, справа, знизу і зверху;
- застосовуємо фільтр Гаусса з параметром $a = 2$;
- конвертуємо зображення в чорно-біле;
- використовуємо метод активних контурів, щоб порахувати кордон найбільш важливої області;
- описуємо прямокутник навколо отриманої межі.



Рис.7. Обробка певної частини рослини – листок

Обробка Stem зображень

Стебло зазвичай знаходиться в центрі зображення. Для обробки Stem зображень пройде наступний алгоритм:

- видаляємо по полотнище частини зображення зліва, справа, знизу і зверху;
- конвертуємо зображення в чорно-біле;
- застосовуємо фільтр Гаусса;
- використовуємо метод активних контурів, щоб порахувати кордон найбільш важливої області зображення;
- описуємо прямокутник навколо отриманої межі.



Рис. 8. Обробка певної частини рослини – стебло

На далі система починає своє навчання за допомогою бібліотеки TensorFlow, що являє собою відкриту програмну бібліотеку для машинного навчання цілій низці задач, розроблена компанією Google для задоволення її потреб у системах, здатних будувати та тренувати нейронні мережі для виявлення та розшифрування образів та кореляцій, аналогічно до навчання й розуміння, які застосовують люди. Її наразі застосовують як для досліджень, так і для розробки продуктів Google. Головною ціллю даної бібліотеки є навчання сформованого датасету, тобто надання йому точності у ідентифікації – присвоєння певній рослині індексу, який відносить її до певного класу, або виду, де вказані вказівки по використанню певної лікарської рослини. Переваги TensorFlow;

- безкоштовне використання;
- доступність (підтримка більшості ОС та мов програмування). Велика кількість підручників та посібників;
- створення вхідних значень для JPEG - jpeg-js . За допомогою цієї бібліотеки можна витягти RGB-значення для кожного пікселя;
- легке налаштування на ПК та Android для вирішення складних завдань машинного навчання, обходячись мінімальними зусиллями і лаконічним кодом;
- швидкість роботи і пропускна здатність (можна налаштувати для обробки великого обсягу даних. Оптимізація пропускну здатності зазвичай виконується для «автономної» пакетної обробки, де жорсткі межі затримки не є суворою вимогою);
- популярність. Її творець – Google, це надає бібліотеці більшого розголосу.

Також і на далі йде удосконалення даної системи.

На заключному кроці навчаємо мережу цілком. Тут можемо використовувати аугментацію. Для аугментації вибираємо ті перетворення, які можуть відбуватися в реальному житті, наприклад, дзеркальне відображення фото (по горизонталі), повороти, збільшення, зашумлення, зміна яскравості і контрастності.

Розіб'ємо перетворення на кілька груп і застосовувати кожна з них із заданою ймовірністю (у кожного може бути різна ймовірність). Потрібно аугментувати зображення в 80 % випадках, тоді мережа зможе побачити і реальне зображення. З огляду на те, що навчання займає кількох десятків епох, є дуже великий шанс, що мережа побачить кожне зображення в оригіналі.

Ще один спосіб, який допоміг збільшити якість класифікатора – передбачення на аугментованих даних (test-time augmentation, ТТА). Цей спосіб полягає в тому, щоб робити передбачення не тільки для зображень в тестовому наборі, але і для їх аугментацій.

Наприклад, візьмемо п'ять найбільш реалістичних перетворень, застосуємо їх до зображень і отримаємо передбачення вже не для однієї картинки, а для шести. Після цього усереднимо отриманий результат. Зверніть увагу, що всі аугментовані зображення отримані в результаті одного перетворення (одне зображення – одне перетворення).



Рис. 9. Приклад аугментації на пророкуванні

ВИСНОВКИ

Використання даної системи розпізнання надає людині можливість отримати чітку інформацію за короткий проміжок часу. Завдяки чіткій передорученій нейронній мережі можливо використовувати лікувальні рослини в правильному руслі швидко і якісно при наданні першої допомоги або при запобіганні використанню різноманітних антибіотиків. З локальним датасетом все це можна робити, не маючи інтернету, що може допомогти при перебуванні людини у лісі без можливості на допомогу лікарів. Але це не єдине, що може нейронна мережа, її можливо навчити розпізнавати будь-який предмет, що надає цій системі використовуватися в безліч різних системах життя людини.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Automatic plant identification. URL: https://www.researchgate.net/publication/263931628_Automatic_plant_identification_from_photographs.
2. Plant Species Identification Using Computer Vision Techniques. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11831-016-9206-z>.
3. Fine-grained recognition of plants. URL: <https://plantmethods.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13007-017-0265-4>.
4. Flowers, leaves. URL: <https://plantmethods.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13007-019-0462-4>.
5. Automated plant species identification. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5886388>.
6. Inception-v3 модель URL: <https://habr.com/ru/post/302242>.
7. Tensorflow URL: <https://habr.com/ru/post/305578>.
8. Нейронні мережі. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BB%D0%BE%D1%81%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%B9>.
9. Класифікатор на основі нейронної мережі. URL: <http://mechanoid.kiev.ua/neural-net-art1.html>.
10. Датасет. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Data_set.
11. Google Offers Free Software in Bid to Gain an Edge in Machine Learning. URL: <https://bits.blogs.nytimes.com/2015/11/09/google-offers-free-software-in-bid-to-gain-an-edge-in-machine-learning>.
12. Препроцесінг зображень. URL: https://www.asozykin.ru/deep_learning/2017/06/20/Image-Classification-Using-Neural-Networks.html.
13. Оцінка зображення. URL: <https://www.imageclef.org/2014/lifeclef/plant>.

Стаття надійшла до редакції 11.05.2021 р.

УДК 004.4'27:621.307

Горбачов О. С. (АВП-20мн)

ПОШУК ТА ВИДАЛЕННЯ РЕЗОНАНСНИХ ЧАСТОТ В АУДІОДОРІЖКАХ У ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ STUDIO ONE

Стаття присвячена алгоритму обробки музичних треків в програмі STUDIO ONE. У статті описується алгоритм пошуку і видалення резонансних частот, які погіршують загальне звучання музичних треків. Після того як доріжки всіх інструментів відкориговані, прослуховується фінальний файл в навушниках та на колонках-моніторах, далі файл порівнюється з початковим файлом, якщо аудіодоріжки інструментів треку не поглинають один одного, значить налаштування треку були проведені вірно. Алгоритм пошуку і видалення резонансних частот можна застосовувати для вирішення конфліктів частот в будь-яких музичних доріжках. Наукова новизна дослідження полягає в розробці організаційно-методичної системи підготовки студентів фахівців з обробки музики. Використовуючи програму STUDIO ONE, автор у своїх дослідженнях розкриває глибину можливостей даної програми і наводить алгоритм з контрольними точками виконання. Розглянута тема буде цікава початківцям фахівцям у сфері обробки музики.

The article is devoted to the algorithm of processing music tracks in the STUDIO ONE program. The article describes an algorithm of finding and removing resonant frequencies that degrade the overall sound of music tracks. After the tracks of all instruments are corrected, the final file is listened on headphones and on the monitors, then the file is compared with the original file, if the audio tracks of the instruments of the track do not drown each other, then the track setup was carried out correctly. The algorithm of finding and removing resonant frequencies can be used to resolve frequency conflicts in any music tracks. The scientific novelty of the research lies in the development of an organizational and methodological system for training students in music processing. Using the program STUDIO ONE, the author in his research reveals the vastness of the capabilities of this program and suggests an algorithm with control points of execution. This topic will be of interest to novice specialists in the field of music processing.

При обробці записаних партій різних музичних інструментів важливо зробити звучання кожного «читабельним». Чим більше доріжок в треку, тим це зробити складніше. Кожен інструмент звучить в своєму спектрі частот. Але деякі частоти різних інструментів можуть співпадати та накладатися одна на одну, погіршуючи звучання треку в цілому. В такому випадку інструмент погано «читається» в треку, бо заглушається іншими, які звучать гучніше та в тих самих частотних діапазонах [1, 3].

Коли інструменти прописуються наживо, окрім корисного сигналу в запису є ще й шкідливі звуки і частоти, які пов'язані з умовами та якістю тракту запису. Якщо при прослуховуванні доріжки ви чуєте постійний фоновий шум, його можна видалити за допомогою спеціальних плагінів та зробити звучання доріжки більш чистим, хоча частково можна видалити й корисний сигнал.

Метою даної роботи є пошук та видалення резонансних частот, які погіршують загальне звучання треку. Такі частоти треба перевіряти в доріжках вокалу, гітар, педів, синтезаторів, клавішних та інших музичних інструментів. В нашому випадку ми перевіримо доріжку акустичної гітари.

Для вирішення цієї задачі скористаємося програмним середовищем STUDIO ONE. Це досить зручний інтуїтивно зрозумілий секвенсор, в якому можна записувати та обробляти як наживо прописані музичні інструменти, так і ті, що можна набирати власноруч в програмі. Програма розроблена з урахуванням простоти використання. В цьому додатку легко і просто можна вирішувати частотні конфлікти між аудіодоріжками, налаштовувати їх звучання, тому для вирішення поставленої задачі програма STUDIO ONE є оптимальним варіантом [2, 3].

Завантажуємо доріжку акустичної гітари до секвенсора (чи робимо запис партії в самій програмі, підключаючи інструмент до звукової карти). З бібліотеки плагінів додаємо на доріжку інструменту еквайзер. В даному випадку використовується еквайзер FabFilter Pro Q 3.

Відкриваємо еквалайзер доріжки акустичної гітари. Для кожного інструменту ця процедура робиться окремо. Не забуваємо про те, що треба прослуховувати доріжку спочатку в соло та потім обов'язково в треку разом із всіма інструментами, бо нам треба налаштувати та виділити звучання кожного інструменту в треку, щоб усі доріжки «читалися» при прослуховуванні їх разом.

Для того, щоб прослухати тільки одну доріжку зі всього треку, треба натиснути «S», тоді доріжка буде грати «соло», тобто одна, а інші не будуть (див. рис. 1). При цьому усі інші доріжки треку автоматично переходять в режим «M», тобто «зам'ючуються» і не прослуховуються.

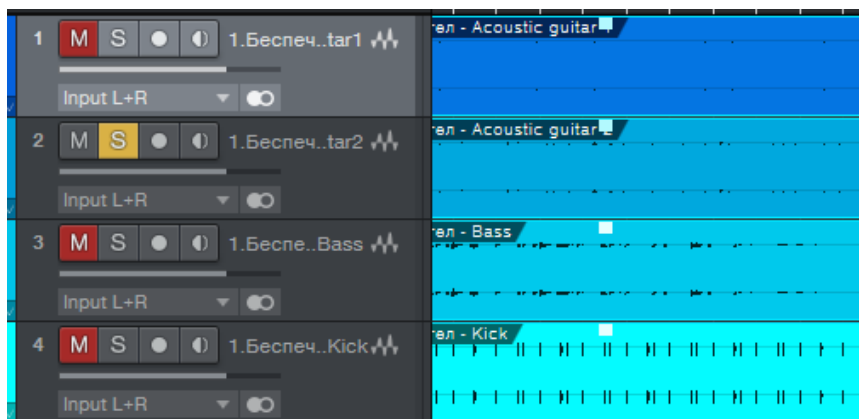


Рис. 1. Програвання однієї доріжки соло в режимі «S»

Для того, щоб знайти резонансну частоту, треба зробити крапку на лінії частотної характеристики. Робимо це подвійним натисканням лівої кнопки миші. Тепер підіймаємо її доверху приблизно на 20–30 дБ (на слух). Скролом миші налаштуємо ширину сигналу. Та починаємо потрохи тягнути цю крапку вправо-вліво по частотній характеристиці (див. рис. 2).



Рис. 2. Пошук резонансної частоти

Прослуховуємо. Якщо чуємо характерне неприємне звучання, свист, «запирання» звуку, значить, ми знайшли резонансну частоту. Її треба прибрати. Для цього потрібно навести курсор миші на цю крапку та встановити рівень приблизно -20 дБ (точніше рівень визначається на слух, перевіряючи, як краще доріжка звучить соло та разом з іншими інструментами в треку). Результат наведено на рис. 3.



Рис. 3. Вирізання резонансної частоти

Після того, як ми знайшли та вирізали резонансну частоту на частотній характеристиці, треба перевірити, чи зробило це звучання цієї доріжки краще. Для того, щоб порівняти звучання доріжки з вирізаною частотою та без, треба натискати на значок, як показано на рисунку 4. Це дозволить відключити налаштування або увімкнути їх.

Потрібно перевірити, чи помінялось звучання на краще в усьому треку, щоб не вирізати забагато частот і не зробити звучання інструменту скудним. Тобто треба прослухати доріжку, що редагуємо в режимі «соло» та разом із всіма інструментами.

Для отримання більш об'єктивного результату потрібно працювати з різними пристроями для прослуховування музики (навушники, колонки, монітори).

Тепер треба повторити цей процес знову. Бо на одній частотній характеристиці можуть бути декілька таких частот, які погіршують звучання доріжки та всього треку.



Рис. 4. Порівняння звучання доріжки з та без налаштувань

ВИСНОВКИ

При пошуку резонансних частот в аудіодоріжці інструменту за необхідністю їх можна ліквідувати в декількох крапках для того, щоб інструмент, для якого налаштовується ця процедура, приймав краще та більш прозоре звучання.

Перевірка звучання таким чином кожної аудіодоріжки, що входить до треку, надає міксу більш приємного та прозорого звучання. Після цього інструменти не заглушають один одного та «читаються» в треку.

Усі налаштування робляться переважно на слух. Результат налаштувань необхідно перевіряти не тільки в навушниках але й на колонках-моніторах для більш об'єктивної картини.

Цей самий алгоритм налаштування видалення резонансних частот можна використовувати для вирішення частотних конфліктів будь-яких музичних аудіодоріжок.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Люта А. В. Методичні вказівки для лабораторних робіт з дисципліни «Цифрові системи керування та обробки інформації» (для студентів спеціальності 151). Краматорськ : ДДМА, 2020. 25 с.
2. The Unofficial PreSonus Studio One 4: Users Manual by Studio One Expert. 407 p.
3. Люта А. В., Афанасьєва М. А. Проблема конфлікту частот в аудіодоріжках інструментів музичного треку. *Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції, 15-21 березня 2021 р. Черкаси, 2021. С. 91–93.

Стаття надійшла до редакції 05.05.2021 р.

УДК 681.5:629.3

Думенко Є. В. (АВП-19-2м)

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ДЕАЕРАТОРОМ

У статті вирішено актуальне науково-технічне завдання підвищення ефективності керування обладнанням та технологічним процесом деаерації теплоносіїв ТЕС шляхом розробки автоматизованої системи керування. За результатами математичного моделювання деаeratorної установки зроблено вибір необхідного обладнання для побудови автоматизованої системи управління. Розроблена АСУ містить в собі сучасну контрольно-вимірювальну апаратуру витрати і тиску, температури і рівня, а також програмований логічний контролер в деаeratorній установці. Програмований логічний контролер Simatic S7-300, і дозволяє своєчасно діагностувати технологічний процес. Нова система управління дозволяє підвищити продуктивність котельні установки і знизити витрату технологічного пара, газу і електричної енергії на одиницю води поданої на деаерацію.

The article solves the current scientific and technical problem of improving the efficiency of control of equipment and technological process of deaeration of thermal power plants by developing an automated control system. According to the results of mathematical modeling of the deaerator installation, the choice of the necessary equipment for the construction of an automated control system is made. The developed ACS contains the modern control and measuring equipment of a stream and pressure, temperature and level in deaeratorny installation. Programmable logic controller Simatic S7-300, and allows you to diagnose the process in a timely manner. The new control system allows to increase the productivity of the boiler plant and reduce the consumption of process steam, gas and electricity per unit of water supplied for deaeration.

Актуальність теми. Захист систем теплопостачання та обладнання теплових електростанцій від внутрішньої корозії протягом великого часу залишається однією з найактуальніших проблем сучасної теплоенергетики. Негативними результатами внутрішньої корозії є не тільки зменшення часу експлуатації обладнання теплових мереж, ТЕС і котельнь, а й значно зниження потужність джерел теплової та електричної енергії, тобто зростають економічні витрати на відновлення і ремонт обладнання. В даний час термічна деаерація води є основним засобом захисту від внутрішньої корозії котлів, мереж водопостачання і т. д. Можливість зниження витрат на підсобні процеси і, перш за все, на дегазацію води, може стати основним джерелом для підвищення енергетичної продуктивності теплоенергетичного виробництва.

Час служби теплових мереж, які живляться недеаерованною водою, тобто водою, в якій присутні розчинені гази, в 3–4 рази менше терміну служби теплових мереж, що живляться деаерованою водою. Неefективність методів регулювання процесів деаерації і нестабільність технологічних параметрів (ТП) значно впливає на ефективність деаерації.

Важливими умовами для забезпечення ефективного контролю процесу деаерації є правильна організація необхідних температурних режимів, оснащення деаeratorів сучасним обладнанням контролю якості деаерації, застосування сучасних технологій управління і прогнозування ТП процесу деаерації.

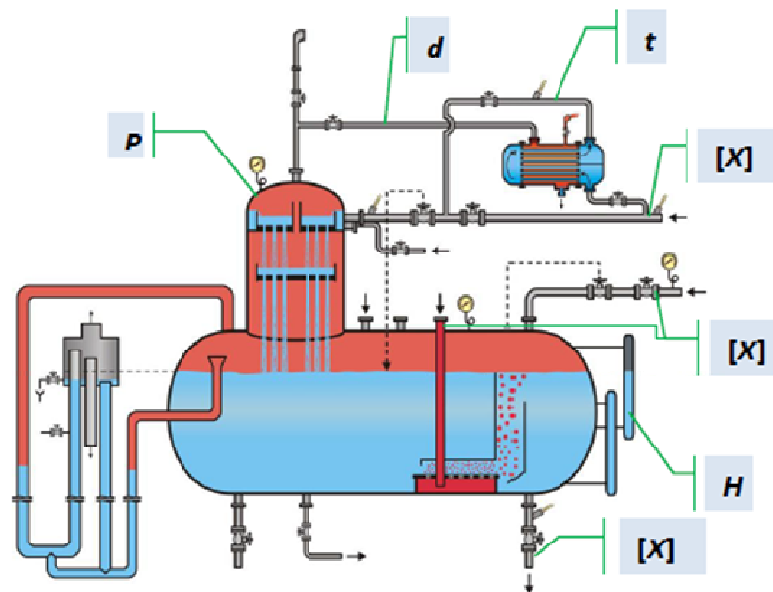
Основними контрольованими параметрами процесу деаерації є рівень води, що деаерується (10–25 кПа з похибкою 1 %), тиск в деаeratorи (0,7 МПа, з похибкою 0,5 %) і температури (до 172°C, з похибкою 0,3 %) [1]. Для більш ефективного контролю процесу деаерації необхідна нова технологія контролю та регулювання ТП процесу деаерації, сутність якої полягає в контролі ТП не тільки по відхиленню значення параметра від номінального, а й за величиною заданої залишкової концентрації розчиненого кисню або за величиною рН деаерованої води. В якості системи контролю технологічного процесу найчастіше використовують уніфіковані системи. У зв'язку з цим розробка механізмів автоматичного регулювання технологічним процесом термічною деаерацією води є актуальною науково-технічною задачею.

Предмет дослідження: є система управління атмосферним деаeratorом води.

Ціль дослідження полягає в підвищенні ефективності керування обладнанням та технологічним процесом деаерації теплоносіїв ТЕС шляхом розробки автоматизованої системи керування.

Для вирішення сформульованого завдання забезпечення необхідної ефективності тепломасообміну деаераційних установок або технологічних систем, в яких реалізуються процеси деаерації, необхідно мати у своєму розпорядженні методи розрахунку показників ефективності в залежності від конструктивних і режимних параметрів.

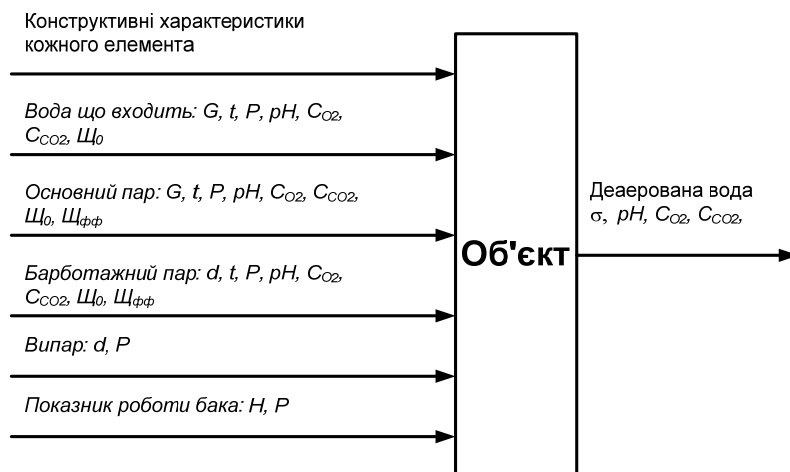
На рисунку 1 [2, 3] для приведена технологічна схема атмосферної деаераційної установки і схема, на якій відображені власне показники ефективності і фактори які впливають на них. З наведеної інформації випливає, що ефективність деаерації води для конкретного об'єкта залежить від значень багатьох конструктивних і режимних параметрів, число поєднань яких велике. Різноманіття конструктивного виконання деаераційних колонок і барботажних пристроїв деаераторних баків визначає конструктивні збуджуючі фактори .



$$[X] = \{P, t, G, C_{O_2}, C_{CO_2}, pH_{25}, \Pi_{\phi\phi}, \Pi_o\}$$

Збуджуючі фактори

Показник ефективності



G – витрата; t – температура; P – тиск; C_{O_2} – концентрація кисню; C_{CO_2} – концентрація вільної вугільної кислоти; pH – водневий показник кисню; Π_o – загальна лужність; $\Pi_{\phi\phi}$ – лужність за фенолфталеїном; d – загальна витрата; H – півень води в баці; s – ступень термічного розкладання гідрокарбонатів

Рис. 1. Технологічна схема атмосферної деаераційної установки

Розглянуто математичні моделі процесів тепломасопереносу в поверхневих і змішувальних підігрівачах і деаераторах, що дозволяють розраховувати параметри теплоносіїв в перехідних режимах роботи.

При розробці осередковою моделі розрахункова область тепло- масообміну розбивається на деяке число елементів (осередків). Для опису стану системи вводиться вектор стану, складений з енергій і мас гарячого і холодного теплоносіїв в осередках і маси газу в них [4]:

$$\mathbf{G}_Q = \begin{bmatrix} G_{11} & G_{21} & G_{11}(r_1 + t_n \cdot c_2) & G_{21} \cdot c_2 \cdot t_{21} & G_{11} \cdot C_{g11} & G_{21} \cdot C_{g21} \\ G_{12} & G_{22} & G_{12}(r_1 + t_n \cdot c_2) & G_{22} \cdot c_2 \cdot t_{22} & G_{12} \cdot C_{g12} & G_{22} \cdot C_{g22} \\ \dots & \dots & G_{1n} & G_{2n} & G_{1n}(r_1 + t_n \cdot c_2) & G_{2n} \cdot c_2 \cdot t_{2n} & G_{1n} \cdot C_{g1n} & G_{2n} \cdot C_{g2n} \end{bmatrix}'; \quad (1)$$

де G – маса теплоносія, C_g – концентрація газу в теплоносії; r – питома теплота пароутворення, c – питома теплоємність, t – температура. Перший індекс відповідає теплоносію (1 – гарячий, 2 – холодний), а другий – номеру комірки, індекс « n » показує стан насичення.

Модель будується на основі балансів енергії і маси для кожного осередку. Розрахункова схема потоків маси і енергії для гарячого і холодного теплоносіїв приведена на рисунку 2.

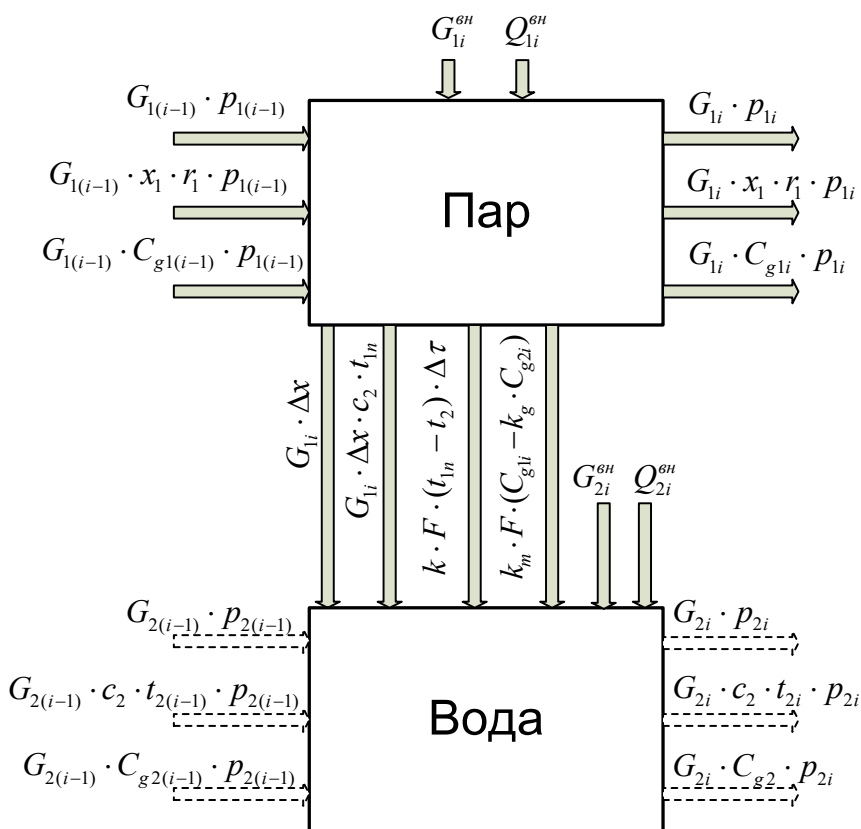


Рис. 2. Розрахункова схема потоків маси і енергії теплоносіїв для i -го осередку

Імовірність переходу теплоносія з одного осередку в іншу для гарячого (p_1) та для холодного (p_2) теплоносіїв визначається характером їх руху в апараті.

З шести балансових співвідношень: балансу маси для пара, балансу маси для води, балансу теплової енергії для пара, балансу теплової енергії для води, балансу маси газу в паровій фазі, балансу маси газу в воді, записаних для одного осередку, виходить система з шести рівнянь у вигляді [5, 7]:

$$\left\{ \begin{array}{l}
G_{1i}^{j+1} = G_{1i}^j \cdot (1 - p_{1i}) - \frac{k \cdot F \cdot t_{1n} \cdot \Delta \tau}{r_1} + \frac{t_{2i} \cdot \Delta \tau \cdot k \cdot F}{r_1} \cdot \frac{G_{2i}^j}{G_{2i}^j} + G_{1(i-1)}^j \cdot p_{1(i-1)} + G_{1i}^{6H} \\
G_{2i}^{j+1} = G_{2i}^j \cdot (1 - p_{2i}) + \frac{k \cdot F \cdot t_{1n} \cdot \Delta \tau}{r_1} - \frac{t_{2i} \cdot \Delta \tau \cdot k \cdot F}{r_1} \cdot \frac{G_{2i}^j}{G_{2i}^j} + G_{2(i-1)}^j \cdot p_{2(i-1)} + G_{2i}^{6H} \\
(G_{1i} \cdot x_1 \cdot r_1)^{j+1} = G_{1i}^j \cdot x_1 \cdot r_1 \cdot (1 - p_{1i}) + G_{1(i-1)}^j \cdot x_1 \cdot r_1 \cdot p_{1(i-1)} - k \cdot F \cdot t_{1n}^j \cdot \Delta \tau + \\
+ k \cdot F \cdot t_{2i}^j \cdot \Delta \tau \cdot \frac{G_{2i}^j \cdot c_2}{G_{2i}^j \cdot c_2} - \frac{k \cdot F \cdot t_{1n}^j \cdot \Delta \tau}{r_1 \cdot x_1} \cdot c_2 \cdot t_{1n}^j + \frac{k \cdot F \cdot t_{2i}^j \cdot \Delta \tau}{r_1 \cdot x_1} \cdot c_2 \cdot t_{1n}^j \cdot \frac{G_{2i}^j}{G_{2i}^j} + Q_1^{6H} \\
(G_{2i} \cdot c_2 \cdot t_{2i})^{j+1} = G_{2i}^j \cdot c_2 \cdot t_{2i}^j \cdot (1 - p_{2i}) + G_{2(i-1)}^j \cdot c_2 \cdot t_{2(i-1)}^j \cdot p_{2(i-1)} + k \cdot F \cdot t_{1n}^j \cdot \Delta \tau - \\
- k \cdot F \cdot t_{2i}^j \cdot \Delta \tau \cdot \frac{G_{2i}^j \cdot c_2}{G_{2i}^j \cdot c_2} + \frac{k \cdot F \cdot t_{1n}^j \cdot \Delta \tau}{r_1 \cdot x_1} \cdot c_2 \cdot t_{1n}^j - \frac{k \cdot F \cdot t_{2i}^j \cdot \Delta \tau}{r_1 \cdot x_1} \cdot c_2 \cdot t_{1n}^j \cdot \frac{G_{2i}^j}{G_{2i}^j} + Q_2^{6H} \\
(G_{1i} \cdot C_{g1i})^{j+1} = G_{1(i-1)}^j \cdot C_{g1(i-1)}^j \cdot p_{1(i-1)} + G_{1i}^j \cdot C_{g1i}^j \cdot (1 - p_{1i} - \frac{k_m \cdot F}{G_{1i}^j}) + k_m \cdot k_g \cdot C_{g2i}^j \cdot F \cdot \frac{G_{2i}^j}{G_{2i}^j} \\
(G_{2i} \cdot C_{g2i})^{j+1} = G_{2(i-1)}^j \cdot C_{g2(i-1)}^j \cdot p_{2(i-1)} + G_{2i}^j \cdot C_{g2i}^j \cdot (1 - p_{2i} - \frac{k_m \cdot k_g \cdot F}{G_{2i}^j}) + k_m \cdot F \cdot C_{g1i}^j \cdot \frac{G_{1i}^j}{G_{1i}^j}
\end{array} \right. \quad (2)$$

Верхній індекс показує номер кроку по часу, величина якого позначена через $\Delta \tau$. Дані рівняння, записані для всіх осередків, представляються в матричному вигляді [6]:

$$G_Q^{j+1} = P_{GQ}^j + P \times G_Q^j + C. \quad (3)$$

Вектор живлення P_{GQ} показує всі зовнішні потоки мас і енергій, які надходять в дану систему. Блокова перехідна матриця P для осередків складається з матриці - блоків у вигляді

$$P = \begin{bmatrix} B_1 & O & \dots & O & O \\ P_{gh} & B_2 & \dots & O & O \\ O & P_{gh} & \dots & O & O \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ O & O & \dots & P_{gh} & B_n \end{bmatrix} \cdot P_{gh} = \begin{bmatrix} p_{1j} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p_{2j} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_{1j} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & p_{2j} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & p_{1j} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & p_{2j} \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$O = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$\mathbf{B}_i = \begin{bmatrix} 1-p_{1i} & 0 & 0 & A/G_{2i} & 0 & 0 \\ 0 & 1-p_{2i} & 0 & -A/G_{2i} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1-p_{1i} & B/G_{2i} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1-p_{2i}-B/G_{2i} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1-p_{1i}-k_m \cdot F/G_{1i} & k_m \cdot k_g \cdot F/G_{2i} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & k_m \cdot F/G_{1i} & 1-p_{2i}-k_m \cdot k_g \cdot F/G_{2i} \end{bmatrix}, \quad (6)$$

де $A = \frac{k \cdot F \cdot \Delta \tau}{r \cdot x_1 \cdot c_2}, B = \frac{k \cdot F \cdot \Delta \tau}{c_2} + \frac{k \cdot F \cdot \Delta \tau}{r \cdot x_1}$.

Вектор вільних членів записується в такий спосіб

$$C = [-\kappa_{1i}, \kappa_{1i}, -\kappa_{2i}, \kappa_{2i}, 0, 0, \dots, -\kappa_{1n}, \kappa_{1n}, -\kappa_{2n}, \kappa_{2n}, 0, 0,], \tag{7}$$

де $k_{1i} = \frac{k \cdot F \cdot t_{1i} \cdot \Delta \tau}{r \cdot x_1};$ (8)

$$k_{2i} = k \cdot F \cdot t_{1i} \cdot \Delta \tau + \frac{k \cdot F \cdot t_{1i}^2 \cdot c_2 \cdot \Delta \tau}{r \cdot x_1}. \tag{9}$$

Матриця P_{gh} представляється у вигляді (4) в тому випадку, якщо напрямку руху теплоносіїв з комірки в комірку збігаються. В іншому випадку ймовірність переходу гарячого теплоносія являв собою таблицю P_g , а холодного P_h .

$$P_g = \begin{bmatrix} p_{1j} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_{1j} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & p_{1j} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}; P_h = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p_{2j} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & p_{2j} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & p_{2j} \end{bmatrix}. \tag{10}$$

Зміна вхідних параметрів (обурення) може бути як короткочасним (імпульсним), так і тривалим (ступінчастим). Створена модель дозволяє розраховувати параметри теплоносіїв з урахуванням будь-якого з даних збурень. Результати розрахунку перехідних процесів, отримані відповідно до моделі (1) – (10), наведені на рисунках 3, 4.

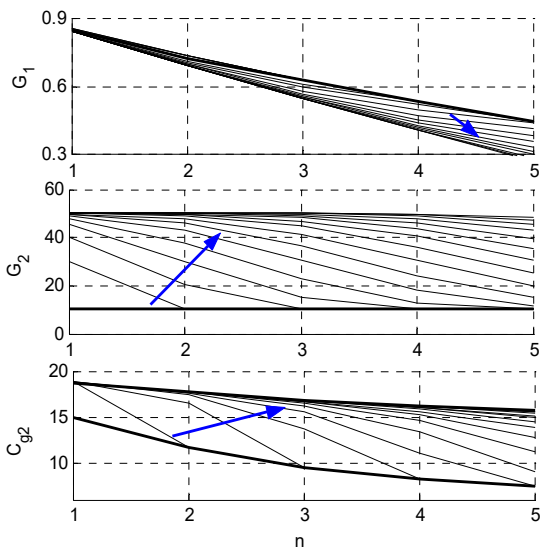


Рис. 3. Розподіл по осередках в різні моменти часу при ступінчастому збільшенні витрати холодного теплоносія з 10 кг / с до 50 кг / с маси гарячого (G_1), холодного (G_2) теплоносіїв і зміст газу в воді (C_{g2})

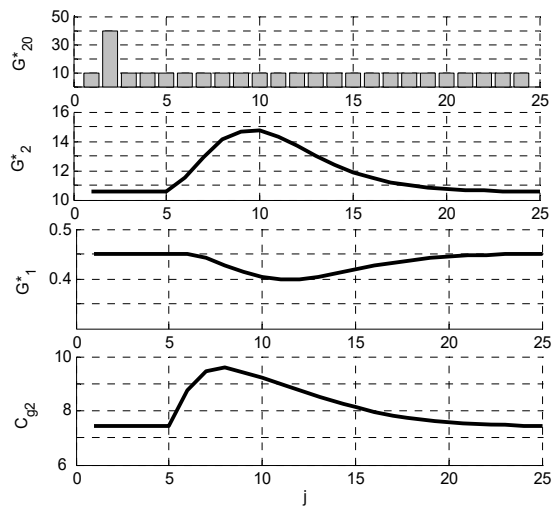


Рис. 4. Зміна вихідних параметрів теплоносіїв в часі при імпульсному збільшенні витрати води на вході в деаератор з 10 кг/с до 40 кг/с

З аналізу графіків перехідного процесу можливо здійснити висновок, що витрата потоку холодної води на деаерацію також впливає на вихідний потік, а витрата води - на його температуру, то необхідно враховувати взаємний вплив контурів.

Для видалення повітря в деаераторі, необхідно підтримання оптимальної температури і тиску в зонах. Щоб оптимізувати вплив пара на деаерацію води, необхідно, його поширювати, з температурою $T_0 = 125, ^\circ C$. Деаератор наповнюється за допомогою потоків пара і холодної води, що мають змінні миттєві витрати $F_1(t)$ і $F_2(t)$. Температури вхідних потоків рівні: $T_1 = 150, ^\circ C$ і $T_2 = 20, ^\circ C$. Вихідний потік має масову швидкість витікання $F_0(t)$. Вміст перемішується так, що температура вихідного потоку деаерированної води повинна становити $T_0 = 104 ^\circ C$.

Рівняння балансу мас мають такий вигляд [3]:

$$\begin{cases} \frac{dV(t)}{dt} = F_1(t) + F_2(t) - F_0(t), \\ \frac{d}{dt}(T_0(t)F_0(t)) = T_1F_1(t) + T_2F_2(t) - T_0(t)F_0(t). \end{cases} \quad (11)$$

Запишемо систему в змінних стану:

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2\theta} & 0 \\ 0 & -\frac{1}{\theta} \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ \frac{T_1 - T_{00}}{V_0} & \frac{T_2 - T_{00}}{V_0} \end{bmatrix} u(t) \quad (12)$$

Витрати потоків рівні: $F_{10} = F_{20} = 0.015 \Rightarrow F_{00} = 0.03 \text{ м}^3/\text{с}$, а температури - $T_1 = 20 [^\circ C]$, $T_2 = 150 [^\circ C]$, $T_{00} = 104 [^\circ C]$, то

Уявімо об'єкт управління у вигляді структурної схеми математичної моделі зображеної на рисунку 4.

Регулювання змішання, проводиться таким чином. Вихідний потік регулюється витратою холодної води 2. Якщо вихідна температура відрізняється від бажаного значення, регулюється витрата потоку пара 1. Так як потік 1 має більш високу температуру, то температура води всередині деаератора більш чутлива до регулювання потоку 1. В результаті витратою пара більш зручно регулювати вихідну витрату. Однак, оскільки витрата потоку холодної води на деаерацію також впливає на вихідний потік, а витрата води - на його температуру, то необхідно враховувати взаємний вплив контурів.

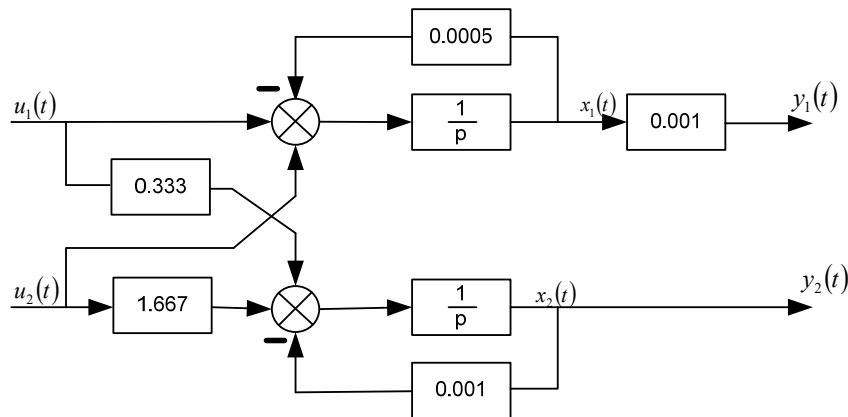


Рис. 4. Структурна схема об'єкта управління

У ряді практичних випадків реальні контури системи управління можуть бути зведені до простих контурів другого або третього порядку. В цьому випадку можна застосувати метод настройки на оптимум по модулю.

Так як об'єкт управління по кожному з контурів являє собою інерційну ланку першого порядку, то в цьому випадку необхідно і достатньо використовувати ПІ-регулятор з передатною функцією:

$$W_{pez} = \frac{T_o p + 1}{2T_{СП} K_{УН} K_{СП} K_{РО} K_{ос} p} \quad (13)$$

Тоді передатні функції контурів стабілізації температури і витрати пару матимуть вигляд:

$$W_{P1} = \frac{2000p + 1}{2 \cdot 21 \cdot 4.8 \cdot 3.75 \cdot 0.33p} = \frac{2000p + 1}{249.48p} \quad (14)$$

$$W_{P2} = \frac{1000p + 1}{2 \cdot 21 \cdot 4.8 \cdot 3.75 \cdot 0.33p} = \frac{1000p + 1}{249.48p} \quad (15)$$

Структурна схема математичної моделі замкненої АСУ деаерацією приведена на рисунку 5.

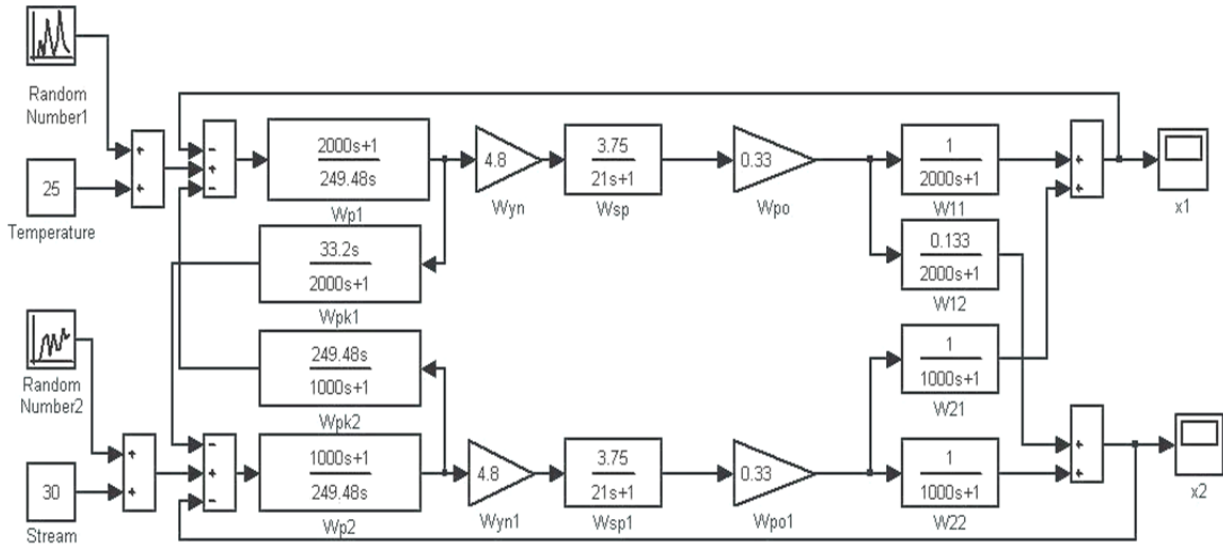


Рис. 5. Структурна схема математичної моделі АСУ деаерації води

Результати математичного моделювання, наведені на рисунках 6 і 7.

Рис. 6. Графік перехідного процесу в контурі стабілізації температури

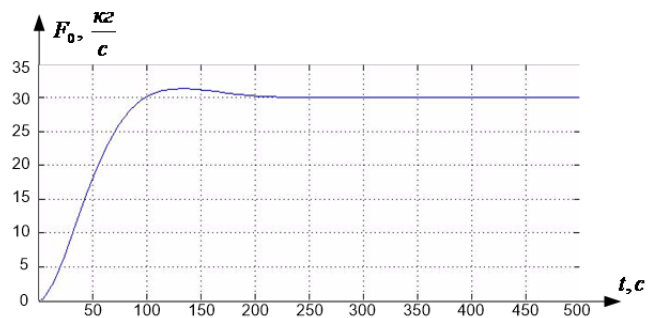


Рис. 7. Графік перехідного процесу в контурі стабілізації витрати вихідного потоку з урахуванням збурень

Як видно з результатів моделювання, замкнута система з компенсаторними регуляторами, в сталому режимі забезпечує точність, що задовольняє технічним завданням.

На наступному етапі проектування запропонована система деаератором. Проектування розподіленої станції системи управління деаераторною установкою котельного агрегату

здійснено на базі технології модульних засобів автоматизації Simatic S7-300. Засоби автоматизації Simatic S7-300 формують центральну стійку управління. Об'єднання систем управління розподілених технологічних ділянок котельного агрегату в єдиний комплекс з метою централізованого управління та обміну даними всередині системи управління здійснено за допомогою промислової мережі Profibus-DP. Мережа Profibus використана для організації обміну даними між ведучим ПЛК і ПЛК деаераторної установки.

В якості ведучого пристрою системи автоматизації деаераторної установки використовується ПЛК Simatic S7-315-2DP, який по мережі виробляє зчитування вхідних сигналів і видачу керуючих впливів які проводиться через однакові інтервали часу в межах одного циклу виконання програми контролера. Така організація системи управління розширює допустимі сфери застосування систем розподіленого вводу-виводу, і дозволяє успішно вирішувати завдання побудови розподілених систем автоматичного регулювання.

До мережі MPI підключені програматор - оснащений пакетом Step 7, панелі оператора і комп'ютерні системи людино-машинного інтерфейсу, які підтримують тільки PG / OP функції зв'язку.

У проєктованій системі управління необхідно передбачити підключення до промислової мережі ETHERNET з метою передачі даних про технологічні параметри на пульт управління котельні.

ВИСНОВКИ

У статті вирішено актуальне науково-технічне завдання підвищення ефективності керування обладнанням та технологічним процесом деаерації теплоносіїв ТЕС шляхом розробки автоматизованої системи керування.

За результатами досліджень сформульовані наступні висновки:

1) За результатами математичного моделювання деаераторної установки зроблений вибір необхідного обладнання для побудови автоматизованої системи управління. Розроблена АСУ містить в собі сучасну контрольно-вимірювальні апаратуру витрати і тиску, температури і рівня в деаераторної установці. Програмований логічний контролер Simatic S7-300, і дозволяє своєчасно діагностувати технологічний процес.

2) Нова система управління дозволяє підвищити продуктивність котельні установки і знизити витрату технологічного пара, газу і електричної енергії на одиницю води поданої на деаерацію, що підтверджено техніко-економічними показниками проєкту.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шарапов В. И., Цюра Д. В. Термические деаэратеры [Текст]. Ульянов. гос. техн. ун-т., 2003. 560 с.
2. Теплоэнергетика и теплотехника [Текст]: в 3 кн. Кн. 1. Теплоэнергетика и теплотехника: Общие вопросы: Справочник / Под общ. ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко и проф. В. М. Зорина. 3-е изд., перераб. – Москва: Изд-во МЭИ, 1999. 528 с.
3. Жуков В. П., Барочкин Е. В. Системный анализ энергетических теплообменных установок [Текст]. Иваново: ГОУ ВПО «Иван. гос. энерг. ун-т им. В. И. Ленина», 2009. 176 с.
4. Цюра Д. В., Малинина О. В., Шарапов В. И. Регулирование расхода пара термических деаэраторов [Текст]. *Энергосбережение в городском хо-зяйстве, энергетике, промышленности*: Мат. Четвертой Российской науч.-техн. конф. Ульяновск: Ульянов. гос. техн. ун-т, 2003.
5. Елин Н. Н., Мизонов В. Е., Медведев В. Б., Субботин В. И. Ячеечная модель поперечно-поточного теплообмена между сыпучим материалом и газом [Текст]. *Изв. вузов «Химия и хим. технология»*. 2008. Т. 53, № 5. С. 135–137.
6. Мизонов В. Е., Berthiaux Н., Жуков В. П., Пономарев Д. А. Применение теории цепей Маркова к моделированию процессов в дисперсных средах [Текст]. Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные производства: Международная научная конференция 14–17 сентября 2004 г., Иваново. Т. 1.
7. Berthiaux Н. Analysis of Grinding Processes by Markov Chains. *Chemical Engineering Science*. 2000. 55. Pp. 4117–4127.

UDC 004.356.2

Kovalchuk Oleh (ESA-18-1)

BIOMECHANICAL TECHNOLOGIES IN OUR LIVES

В статье рассмотрен вопрос применения механики в биологических системах и влияние на человеческую жизнь. Рассмотрены применения биомеханики в разных отраслях промышленности. Проанализированы открытия последних лет.

The article deals with the application of mechanics in biological systems and its impact on human life. Applications of biomechanics in different branches of industry are considered. The discoveries of recent years are analyzed.

The term “biomechanics” is used to describe the application of mechanics - the study of how motor systems create force and motion - to biological systems. Biomechanics often employs traditional engineering techniques.

The difference is that the mechanics of biological systems is typically far more complex than the human-made mechanical systems and often requires newer and more advanced analytical techniques that can drive all fields forward [1].

Just as in other areas of bioengineering, biomechanics is applied not only at the macro level, where joints are articulated, but can be studied down to the molecular level. In fact, the mechanics of biological systems at the macro level is influenced by what is occurring at the level of muscles, tissues and molecules.

Biotechnology has applications in four major industrial areas, including health care (medical), crop production and agriculture, non-food (industrial) uses of crops and other products (e.g. biodegradable plastics, vegetable oil, biofuels), and environmental uses [2].

For example, one application of biotechnology is the directed use of organisms for the manufacture of organic products (examples include beer and milk products). Another example is using naturally present bacteria by the mining industry in bioleaching. Biotechnology is also used to recycle, treat waste, clean-up sites contaminated by industrial activities (bioremediation), and also to produce biological weapons [3].

The following are only some of the major clinical applications of biomechanics in the early 2000s.

Burn treatment. Tissue engineering has advanced the treatment of acute burns by its development of skin substitutes and various types of skin grafts made by growing transplanted skin cells on a scaffold, or artificial structure that allows for three-dimensional tissue formation.

Dentistry and oral surgery. Biomechanics has assisted the development of minimally invasive dentistry through evaluating the strength and safety of new tooth sealants and filling materials.

White Biotechnology draws inspiration from industrial biotech to design more energy-efficient, less polluting, and low resource-consuming processes and products that can beat traditional ones.

Red Biotechnology relates to medicine and veterinary products. It can help developing new drugs, regenerative therapies, produce vaccines and antibiotics, molecular diagnostics techniques, and genetic engineering techniques to cure diseases applying genetic manipulation [4].

Biomedical engineers basically develop life-saving and life-enhancing technologies. Some such technologies that have been designed till now include prosthetics such as artificial limb replacements and dentures, implanted devices like pacemakers, insulin pumps and artificial organs, surgical systems and devices, and much more [5].

For example, the largest single-celled organisms are protists about the size of the period at the end of this sentence. There are larger cells that are part of multicellular organisms, but no single-celled organisms. So why are there no large, single-celled animals? The primary restriction is surface-to-volume ratio. A cubical cell 100 μm on a side has a volume and mass 1.000 times as great as the volume and mass of a cell 10 μm on a side. This larger mass requires roughly 1.000 times as much oxygen, food, and water. It also produces 1,000 times as much waste that must be excreted.

Where does the cell exchange all this material? Exchange takes place through the cell membrane. But the cell membrane of the larger cell is only 100 times as large as the smaller cell, so 1,000 times as much material must pass through a membrane only 100 times as large. If the cell membrane is wrinkled and folded its area is increased, but the cell will ultimately reach a point where it will be unable to feed or breathe through the membrane. This places a practical limit on the maximum size a single-celled organism can attain. Large organisms must be multicellular and have a complex system of specialized cells that can transport food, oxygen, and waste.

If you compare a house cat (*Felis sylvestris*) and a Bengal tiger (*Felis Tigris*), it is obvious that multicellularity is not a sufficient solution to the problems of scaling up an organism to larger size. Weight is proportional to volume, so weight increases with the cube of height. Muscle and bone strength is proportional to cross-sectional area and increases with the square of height. This means the tiger requires much thicker legs than the house cat, relative to its overall size, to support its larger mass and move quickly.

A detailed biomechanical study of the effects of scale that considers factors such as weight, air resistance, muscle strength, heat loss, and bone stress can explain some surprising observations. For example, an impala, a domestic cat, a domestic dog, and a domestic horse can all jump to roughly the same height above the ground. Biomechanics helps us understand why. Biomechanics can also explain why large whales (air-breathing organisms) can remain submerged for a long time compared to small dolphins and seals. Underwater, body size is advantageous. In contrast, large hawks can only hover for a short time, whereas hummingbirds, kestrels, and kingfishers can hover for extended periods. In the air, large size is a disadvantage [6].

With the prior discovery of the X-ray, it was not until the late 1930s when researchers began to understand the effects of X-rays on tissues and the electrical properties of tissues. These discoveries lead to X-rays being able to visualize most organ systems, and ultimately it is what produced the modern array of medical imaging technologies as well as virtually eliminating the need for exploratory surgery. These imaging technologies opened the doors to the plethora of biomedical applications now available, effectively evolving the early devices such as crutches, platform shoes, wooden teeth, and the ever-changing instruments in the doctor's bag into the more modern marvels, including pacemakers, the heart-lung machine, dialysis machines, diagnostic equipment, imaging technologies of every kind, and artificial organs, implants, and advanced prosthetics.

In the middle of February, 2020 neurotechnologists from the Massachusetts technology university told about successful results of long-term researches which should help blind people to return sight. The first patient already managed to return partially sight, having connected the camera to an implant in visual bark.

At the beginning of September, 2019 surgeons-orthopedists began to set the bionic prostheses of developed by the international group of researchers who allow disabled people to feel a knee and a foot.

In April, 2017 it became known of carrying out operation on installation of the prosthesis of a hand managed by power of thought. Feature of development was the fact that the robotic hand is connected not to a brain, and to a bone.

Exoskeleton technologies can bring new capabilities to fighting forces and improve endurance and safety in industrial settings. By reducing the effort in walking and climbing, this technology can literally help soldiers and first responders go the extra mile while carrying mission-essential equipment. Sensors distributed on the exoskeleton report speed, direction, and angle of movement to an on-board computer that drives electro-mechanical actuators at the knees [7].

It is useful to think of industrial exoskeletons as wearable robots that exploit the intelligence of human operators, and the strength and endurance of industrial robots. Like traditional robots, they address tasks, especially repetitive tasks that cannot be automated using traditional methods, that are physically demanding. In this sense, exoskeleton technology can be seen as a bridging solution between the extremes of fully manual work and those tasks that demand typical industrial robots.

Biomechanics is a rapidly expanding interdisciplinary field of study that continues to improve diagnosis and treatment in all areas of health care. Health professionals with an interest in engineering, mechanical testing, electronics, computer software development, image or movement

analysis, comparative anatomy, and similar fields may find that the study of biomechanics opens up new career possibilities as well as refining their present skills in direct patient care [8].

One of the most productive applications of biomechanics has been in the field of athletic competition. Coaches study the principles of biomechanics to learn how to improve the performance of the athletes they train. Ideas of conservation of angular momentum from physics can help coaches teach athletes how to improve their ability to throw a discus or put the shot. Energy conservation helps marathon runners learn how to train more effectively and run more efficiently.

The biomechanics of running, especially amateur running, has been an area of intense research and interest. Some sports doctors videotape their patients to study abnormalities in their gait that have the potential to cause injury. Doctors can then prescribe shoe inserts or other shoe modifications to help prevent injury. They may also recommend a change in running style or training regimen based on a runner's idiosyncrasies. For example, a doctor might notice that the runner is swinging his or her arms across the body. This causes an excessive rotation of the pelvis, which can lead to hip pain. If this is the case, the doctor may train the runner to move his or her arms parallel to the direction of motion.

More recently, biomechanics is moving toward computer models that can be used. The advent of fast, powerful computers and improved mathematical models make it possible to analyze the effects of a crash on humans with greater accuracy and less expense than is possible through mechanical simulations such as dummies.

CONCLUSIONS

Nowadays, biomechanics is the science that makes our lives easier. We began to feel more comfortable. A person can restore their health and be happy. By accelerating the biochemical processes in nature, it makes our lives cleaner.

Biotechnology has the potential to change our world. Coming years may witness the whole new way of growing crops, dealing with deadly disease and handling. From our medicines to our food, biotechnology offers all new healthier ways to every aspect of life. In the future age of biotechnology, children will be produced in hatchery rather than born.

REFERENCES

1. <https://www.conserve-energy-future.com/biotechnology-types-examples-applications.php>.
2. Borlaug, Norman E. "Feeding a World of 10 Billion People: The Miracle Ahead." Lecture given at De Moutfort University, Leicester, England, May 1997. <http://agriculture.tusk.edu/biotech/monfort2html> International Food Information Council (IFIC). "Food Biotechnology Overview." Washington, D.C.: February 1998. Available at <http://ific.org>.
3. Arntzen, Charles J. "Agricultural Biotechnology." In Nutrition and Agriculture. United Nations Administrative Committee on Coordination, Subcommittee on Nutrition, World Health Organization. September 2000.
4. Biological engineering <https://www.bionity.com/en/encyclopedia/Biotechnology.html>
5. Cho, Mildred, David Magnus, Art Caplan, and Daniel McGee. *Ethical Considerations in Synthesizing a Minimal Genome*. Science 286 (10 December 1999): 2087–2090.
6. Cavanagh, Peter R. "Biomechanics: A Bridge Builder among the Sport Sciences." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 22, no. 5 (1990):546-557.
7. Bionic prostheses http://tadviser.com/index.php/Article:Bionic_prostheses.
8. Lin, J. H., R. Radwin, and D. Nembhard. Ergonomics Applications of a Mechanical Model of the Human Operator in Power Hand Tool Operation. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 2 (February 2005): 111-119.

Стаття надійшла до редакції 14.12.2020 р.

УДК 004.032.6+004.4

Криворучек В. В. (АВП-20мн)

ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ КОНФЛІКТУ ЧАСТОТ АУДІОДОРІЖОК У ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ STUDIO ONE

З метою вирішення проблеми конфлікту частот було розроблено алгоритм налаштування технології сайдчейн, на прикладі налаштування частотних характеристик аудіодоріжок інструментів бас-бочки та бас-гітари, які звучать приблизно в одному діапазоні низьких частот, та накладаються одна на іншу. Для того, щоб в момент звучання бас-бочки бас-гітара не приглушала її, треба щоб в момент, коли звучить бас-бочка, в частотній характеристиці бас-гітари відбувалося динамічна еквалізація – зниження амплітуди на тому рівні частот, в яких звучить саме бас-бочка. Налаштування сигналу частотної характеристики бас-гітари відбувається на слух. Для отримання об'єктивного результату, треба скористатися кількома пристроями для прослуховування звуку. По чергове використання навушників та колонок. Запропонований алгоритм налаштування сайдчейн дозволяє музичним інструментам звучати, не заважаючи один одному. Наведений алгоритм можна використовувати для вирішення частотних конфліктів будь-яких музикальних інструментів.

In order to solve the problem of conflict, the frequency conflict was developed by the sidechain, on the example of setting the frequency response of audio tracks of bass barrel tools and bass guitars, which sounded in about one low frequency range, and superimposed one to another. In order to at the moment of sounding the bass barrels, the bass guitar did not muffle it, it is necessary at the moment when the bass barrel sounds, dynamic equalization occurred in the frequency characteristic of the bass guitar - the decrease in the amplitude at that level of frequencies in which the bass sounds-barrel. Setting the frequency response signal of the bass guitar occurs on the rumor, thereby improving the overall sound of two tracks. To obtain an objective result, you need to use multiple devices for listening to sound. For the next use of headphones and columns. Sidechain technology settings proposed by the algorithm allows musical instruments to sound without interfering with each other. The above algorithm can be used to solve frequency conflicts not only bass barrels and bass guitars, but also any other musical instruments.

Зведення музики – це досить складний процес. Чим більше доріжок в треку, тим складніше. Кожен інструмент звучить в своєму спектрі частот. Деякі частоти різних інструментів можуть співпадати та накладатися одна на одну, погіршуючи звучання треку в цілому. В такому випадку інструмент погано «читається» в треку, бо заглушається іншими, які звучать гучніше [1, 3]. Це призводить до того, що трек звучить погано.

Такі конфлікти можуть виникати між вокалом та гітарами або синтезатором, між бас-бочкою (kick) та бас-гітарою та ін.

Метою даної роботи є вирішення проблеми конфлікту частот за допомогою технології сайдчейн на прикладі налаштування частотних характеристик аудіодоріжок інструментів бас-бочки та бас-гітари, які звучать приблизно в одному діапазоні низьких частот.

Для вирішення цієї задачі скористаємося програмним середовищем STUDIO ONE. Це досить зручний інтуїтивно зрозумілий секвенсор, в якому можна записувати та обробляти як наживо прописані музичні інструменти, так і ті, що можна набирати власноруч в програмі. Програма розроблена з урахуванням простоти використання. В цьому додатку легко і просто можна вирішувати частотні конфлікти між аудіодоріжками, налаштовувати їх звучання, тому для вирішення поставленої задачі програма STUDIO ONE є оптимальним варіантом [2].

Для того, щоб в момент звучання бас-бочки бас-гітара не приглушала її, треба щоб в момент, коли звучить бас-бочка, в частотній характеристиці бас-гітари відбувалося динамічна еквалізація – зниження амплітуди на тому рівні частот, в яких звучить саме бас-бочка.

Алгоритм налаштування технології сайдчейн для вирішення конфлікту частот бас-бочки та бас-гітари.

На кожен аудіодоріжку встановлюємо еквалайзер з браузерного плагінів. В цій роботі використовується плагін FabFilter Pro Q 3.

На доріжці еквалайзера бас-бочки (Kick) додаємо опцію Sidechains та в меню обираємо назву еквалайзера, що встановлено на бас-гітару.

Тепер заходимо в еквалайзер бас-бочки. На графіку частотної характеристики визначаємо частоти (одну або декілька), в яких звучить бас-бочка (див. рис. 1). Це максимуми амплітуд.

З рисунка 1 видно, що це частота 75 Гц. Також бачимо, що інструмент проявляє себе і на частоті 3,4 кГц, але нам більш важливо опрацювати основну частоту звучання цих інструментів, де частоти накладаються та приглушають один одного. Тому для налаштування корекції обираємо спочатку частоту 75 Гц.

Готуємо для під'єднання навушники та монітори. Нам потрібно перевіряти звучання інструментів на різних пристроях для більш об'єктивної картини, щоб зробити максимально оптимальні налаштування сайдчейн корекції.

Заходимо в еквалайзер бас-гітари. Для того, щоб окрім частотної характеристики бас-гітари паралельно бачити на тому ж графіку частотну характеристику бас-бочки, треба зайти в аналізатор, який знаходиться знизу в еквалайзері та натиснути там Side Chain (див. рис. 2).

В нас вже організовано зв'язок цих двох параметрів, тому автоматично на графік додається саме частотна характеристика бас-бочки (рожева лінія).



Рис. 1. Визначення частот, в яких звучить бас-бочка (kick)

Тепер ми можемо бачити одночасно частотні характеристики обох інструментів. Аналізуючи графіки, бачимо, що вони дійсно звучать приблизно в однакових частотах, навіть рівень амплітуд практично співпадає [3].

На аналізаторі частот підсвічуються червоним кольором ті місця на амплітудно-частотних характеристиках, де частоти співпадають та заважають одна одній. Такий аналізатор можна використовувати як помічник для пошуку конфліктів частот в різних аудіодоріжках, якщо на ці доріжки встановити пагін еквалайзер.

На лінії частотної характеристики бас-гітари обираємо крапку в районі максимуму тієї частоти, де звучить бас-бочка (75 Гц), що ми визначили раніше. Встановлюємо в цій крапці параметр Make Dynamic, щоб зміну частоти в цій крапці зробити динамічною, залежною від частотної характеристики бас-бочки.

Далі відключаємо автокорекцію та обираємо опцію сайдчейну. Тепер за допомогою параметра Gain перевіряємо, щоб крапка знаходилась на лінії частотної характеристики, а також налаштовуємо на слух, на скільки дБ донизу має зменшуватися сигнал нашої частотної характеристики бас-гітари для того, щоб загальне звучання двох доріжок покращилося (див. рис. 3).



Рис. 2. Додавання частотної характеристики бас-бочки до графіка частотної характеристики бас-гітари

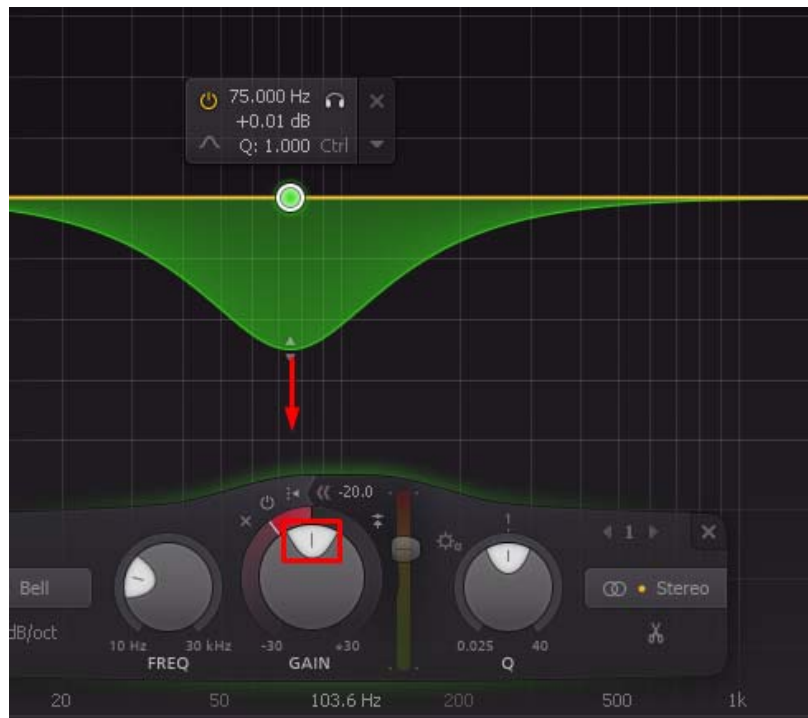


Рис. 3. Налаштування динаміки змін крапки на частотній характеристиці бас-гітари

Повзунком трешхолду налаштовуємо максимальне просідання амплітуди характеристики бас-гітари в момент удару бас-бочки. Натискаючи клавішу пробілу, перевіряємо і слухаємо результат налаштованого сайдчейну. Включаючи та по черзі відключаючи налаштований з сайдчейном еквайзер та перевіряємо на слух ефективність наших налаштувань [3].

Як було сказано раніше, для отримання об'єктивного результату, треба скористатися кількома пристроями для прослуховування звуку. По черзі використовуємо навушники та монітори (колонки). Включаємо та відключаємо налаштування. Порівнюємо. Корегуємо налаштування за необхідністю [3].

Результат налаштування корекції сайдчейн бас-гітари від бас-бочки наведено на рисунку 4.



Рис. 4. Налаштування корекції сайдчейн бас-гітари від бас-бочки на частоті 75 Гц

ВИСНОВКИ

За допомогою технології сайдчейн в програмному середовищі STUDIO ONE було вирішено проблему конфлікту частот між аудіодоріжками бас-бочки та бас-гітари, які звучать приблизно на одних низьких частотах, які накладаються одна на іншу та взаємоприглушаються, погіршуючи звучання треку в цілому.

Наведений в статті алгоритм налаштування технології сайдчейн дозволив інструментам бас-бочці та бас-гітарі звучати, не заважаючи один одному. В момент звучання бас-бочки в частотній характеристиці бас-гітари відбувається налаштоване динамічне зниження амплітуди рівня децибел на тому рівні частот, в яких звучить саме бас-бочка.

За необхідності можна налаштувати таку сайдчейн корекцію частот в декількох крапках для того, щоб два інструменти звучали чітко і прозоро та не заглушали один одного, орієнтуючись на власний слух та прослуховуючи доріжки не тільки в навушниках але й на колонках-моніторах для більш об'єктивної картини.

Наведений в статті алгоритм налаштування сайдчейн корекції можна використовувати для вирішення частотних конфліктів не тільки бас-бочки та бас-гітари, а й будь-яких інших аудіодоріжок інструментів, які звучать в однаковому діапазоні частот.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Люта А. В. Методичні вказівки для лабораторних робіт з дисципліни «Цифрові системи керування та обробки інформації» (для студентів спеціальності 151). Краматорськ : ДДМА, 2020. 25 с.
2. The Unofficial PreSonus Studio One 4: Users Manual by Studio One Expert. 407 p.
3. Люта А. В., Афанасьева М. А. Проблема конфлікту частот в аудіодоріжках інструментів музичного треку. *Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції, 15-21 березня 2021 р. Черкаси : 2021. С. 91–93.

Стаття надійшла до редакції 11.12.2020 р.

УДК 628.8

Лисенко Р. В. (АВП-19-2м)

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ КЛІМАТ-КОНТРОЛЮ, З МЕТОЮ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ВІДДІЛЕННЯ МІСЬКОЇ ЛІКАРНІ

В статті висвітлено процеси дослідження та розробки системи автоматизації клімат-контролю з метою зниження енерговитрат відділення міської лікарні.

The article discusses the processes of research and development of climate control automation system to reduce energy consumption of the city hospital.

З кожним роком в медичних закладах все більша увага приділяється якійсь підтримці мікроклімату. У приміщеннях лікарень головним є лікування і одужання пацієнтів. Тому дуже важливим елементом комплексу послуг медичного закладу повинен бути оздоровлюючий мікроклімат приміщень. Правильно обрана технологія підтримки клімату – одна з найважливіших складових. Параметри мікроклімату визначають теплообмін організму людини і справляють істотний вплив на функціональний стан різних систем організму, самопочуття, працездатність і здоров'я [1].

Метою роботи є зниження енерговитрат відділення міської лікарні за допомогою автоматизованої системи керування мікрокліматом.

Для підтримки всіх функцій людини в нормі необхідно точну підтримку заданих параметрів мікроклімату. Управління температурним режимом вручну пов'язано з певними труднощами. У цьому випадку оператор не завжди в змозі реагувати на всі зміни регульованих факторів, і тому межі коливання температури повітря при ручному режимі в 5 ... 10 разів перевищують допустимі. В даний час найчастіше використовується морально і фізично застаріле обладнання, не кажучи вже про системи автоматизації. Ці системи не забезпечують якісне, енергоефективне управління технологічними процесами: вони мають низьку точність підтримки параметрів, особливо при швидко мінливих зовнішніх впливах. Але навіть найпростіша автоматизація управління, наприклад, температурним режимом здатна забезпечити економію 18 % тепла. Особливо ефективна автоматика в періоди мінливої хмарності, коли ручне управління температурним режимом дуже важко. В більшості лікарень процес клімат-контролю та дезінфекції здійснюється не автоматично, тобто регулювання параметрів здійснюється людиною виходячи зі свідчень термометрів і датчиків [2].

Для більш економного і ефективного регулювання процесів клімату лабораторії була встановлена автоматизована система клімат-контролю.

Досвід впровадження автоматизованих систем управління показує, що на етапі проектування системи досить складно вибрати єдиний критерій управління. Тому в системі управління повинна існувати можливість оперативно задати критерій під час експлуатації, причому методи його завдання повинні в наочній формі відображати економічні та технічні вимоги, що пред'являються до системи.

Система автоматизації і управління надає можливість безперервно контролювати виробничі процеси в реальному масштабі часу, а також дозволяють моделювати процеси і оцінювати їх ефективність [3].

Об'єктом дослідження є система мікроклімату відділення інтенсивної терапії, КНП «Міської лікарні № 3» Краматорської міської ради, що вимагає деяких постійних мікрокліматичних умов і плавна її зміна.

Параметри мікроклімату вимірюються за допомогою датчиків і формуються коригувальні дії, які реалізуються за допомогою систем: опалювання, вентиляції, охолодження, вологості. При відхиленні значень параметрів мікроклімату, автоматично приймаються керуючі впливи.

До складу АСУ входять наступні основні технологічні установки і підсистеми:

- підсистема опалювання відділення;
- підсистема охолодження;
- підсистема вентиляції;
- датчики температури, вологості, CO₂.

Для ефективної спільної роботи всіх кліматичних систем необхідно налаштовувати алгоритми роботи окремих систем на спільну роботу один з одним.

При централізованому управлінні кліматом можливо гнучко налаштовувати роботу всіх кліматичних систем в різних ситуаціях: при відкритих і закритих вікнах, при присутності або відсутності в приміщенні людей і т. д.

Крім цього, в сучасних медичних закладах постає завдання підтримки різного клімату в різних приміщеннях. Додомо сюди можливість управління кліматом за графіком, який може гнучко змінюватися від часу доби, для різних днів тижня.

Централізоване управління кліматом покликане оптимізувати алгоритми роботи обладнання, що в свою чергу веде до збільшення ресурсу роботи обладнання і економії коштів на технічне обслуговування систем [4].

Контролери виконують локальні завдання автоматизації – контролю, оптимального управління – на основі даних від первинних перетворювачів. Застосовуються, як правило, надійні промислові модульні програмовані контролери або промислові комп'ютери. Контролери це роблять в цілодобовому режимі 24 x 7 x 365. Контролюють, аналізують, оптимізують, економлять [5].

Крім контролера автоматизована система управління мікрокліматом включає в себе набір датчиків для вимірювання параметрів всередині лікарні. Для передачі керуючих впливів на виконавчі механізми система включає в себе блок релейного комутації з можливістю ручного управління.

Обігрів і охолодження лабораторії відбувається за допомогою кондиціонерів і калориферів, вентиляція та дезінфекція відбувається за допомогою вентиляційних установок в які впроваджено підсистему дезінфекції. Також встановлена система зволоження.

В ході роботи була розроблена схема електрична принципіальна експериментальної моделі системи автоматичного регулювання вологості і температури, яка зображена на рисунку 1.

Розроблено алгоритм роботи системи клімат-контролю, який показаний на рисунку 2.

Перед початком роботи пристрою користувачеві необхідно задати необхідні параметри мікроклімату (температуру, вологість, CO₂), а так само їх допустимі відхилення.

Далі, пристрій визначає свій режим роботи (змінний або неробочий час) в залежності від показань вбудованого годинника. Наступним кроком мікроконтролер отримує дані від датчиків (Температури, вологості і CO₂) і при неприпустимих відхиленнях регулює відповідні параметри за допомогою виконавчих пристроїв.

Під час роботи пристрою допустимі ручні зміни в налаштуваннях параметрів мікроклімату на розсуд працівників виробничого приміщення.

ВИСНОВКИ

Представлена стаття зосереджена на розв'язку прикладної задачі побудови системи автоматичного управління системою удосконаленого кліматичного контролю за якістю повітря для спеціалізованих приміщень реанімації та інтенсивної терапії

В системі управління існує можливість оперативно задати критерій під час експлуатації, причому методи його завдання в наочній формі відображають економічні та технічні вимоги, що пред'являються до системи.

Актуальність представленої задачі було виявлено шляхом проведення відповідного літературного огляду. Зокрема, було проаналізовано цілий ряд законодавчо-регламентованих технічних, медико-санітарних та конструктивно-будівельних вимог до клімату відділень реанімації та інтенсивної терапії.

Однією з основних характеристик системи управління є її надійність. Тому в якості апаратно-технічної бази системи був обраний контролер. Крім контролера автоматизована система управління мікрокліматом включає в себе набір датчиків. Для передачі керуючих впливів на виконавчі механізми система включає в себе блок релейного комутації з можливістю ручного управління.

Отже можна зробити висновок, що розроблена в даній дипломній роботі система клімат контролю дуже важливий внесок у продуктивність роботи відділень реанімації та інтенсивної терапії.

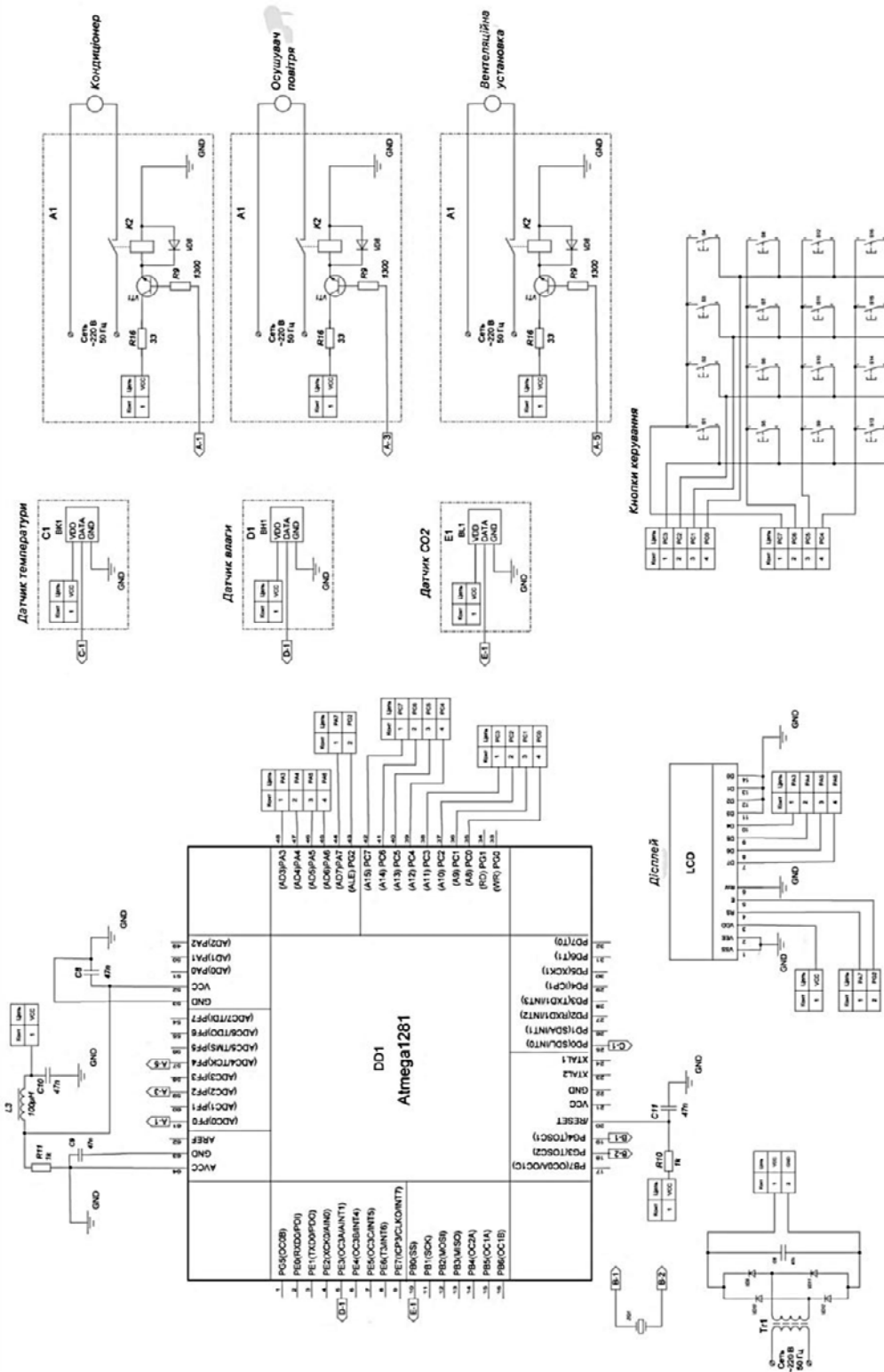


Рис. 1. Схема електрична принципіальна експериментальної моделі системи автоматичного регулювання вологості і температури

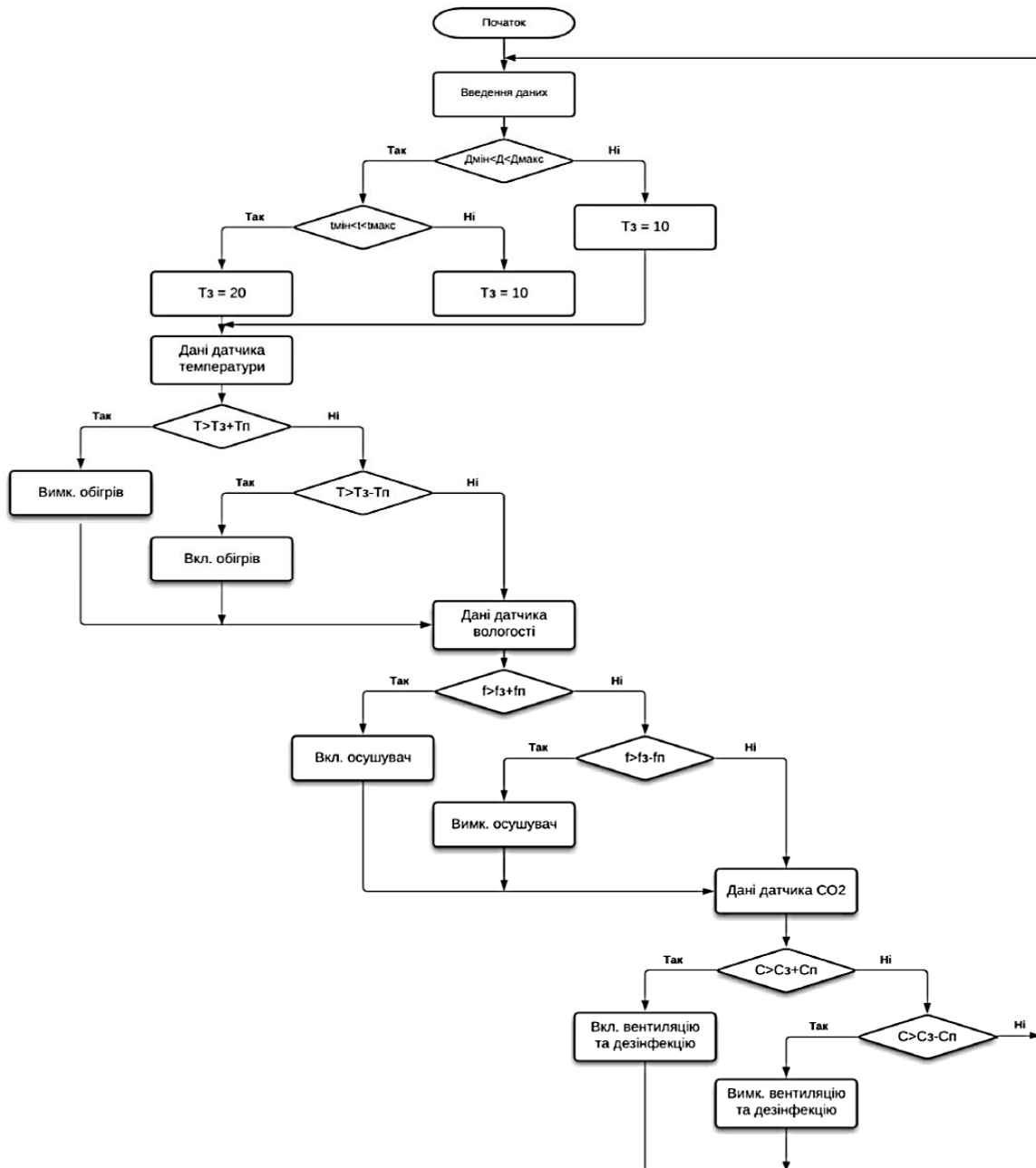


Рис. 2. Зображення алгоритму роботи системи клімат-контролю

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Салманов А. Г. Гігієна рук у хірургії. *СЕС профілактична медицина*. Київ, 2007. № 1. С. 34–37.
2. Салманов А. Г., Салманов Э. А. Инфекционный контроль и антимикробная резистентность. Учебное пособие. Киев : Аграр Медиа Груп, 2016. 640 с.
3. Борисоглебская А. П. Лечебно-профилактические учреждения. Общие требования к проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Москва : АВОК-ПРЕСС, 2008. 144 с.
4. Пучкова О. А. Indoor climate in hospitals. What are the risk factors for patients? Bachelor's Thesis Building Services Engineering. Лондон, 2012. 33 p.
5. Салманов А. Г., Мухарська Л. М. Проблеми та шляхи вирішення проблеми епідеміологічного нагляду за внутрішньо лікарняними інфекціями у хірургічних стаціонарах. Одеса, 2006. № 3(5). С. 103–108.

УДК 681.5:621

Майданник А. О. (АВП-19-1м)

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ВЕРСТАТА SKODA W200

У даній роботі приводяться дослідження та модернізація системи управління верстата з ЧПК моделі Skoda W200 шляхом розробки підсистеми керування приводом головного руху, з метою підвищення надійності верстата. Виконаний критичний аналіз існуючої системи керування приводом головного руху, шляхи модернізації її сформульовані технічні вимоги до системи керування верстатом у цілому. Проведений розрахунок і вибір двигуна для привода головного руху, розрахунок режимів різання операцій, моделювання двигуна головного руху від частотного перетворювача з векторним керуванням швидкості, вибір і конфігурування системи, а також розроблене програмне забезпечення.

In this paper, we study and modernize the control system of a machine with CNC model Skoda W200 by developing a subsystem for controlling the drive of the main movement in order to increase reliability. A critical analysis of the existing control system for the drive of the main movement is made, ways of modernization are outlined and technical requirements for the control system of the machine as a whole are formulated. The calculation and selection of the engine for driving the main motion, the calculation of cutting modes, the modeling of the main motor from the frequency converter with vector speed control, the selection and configuration of the control system, and software were developed.

Металорізальний верстат є основним видом технологічного обладнання для розмірної обробки деталей. До сучасних металорізальних верстатів пред'являються наступні основні вимоги: підвищена продуктивність при дотриманні достатньої точності і заданих розмірів, а також чистоти поверхні оброблюваних на верстаті виробів; простота і легкість обслуговування; порівняно низька початкова вартість і невеликі експлуатаційні витрати; простота виготовлення і збирання окремих вузлів верстата і в тому числі електрообладнання; мінімізована вага і габарити.

Можливість використання переваг електричного управління і прагнення значно спростити кінематику окремих ланок верстата привели до сучасної побудови систем керування верстатів, в якому різні рухи на верстаті виконуються від окремих електродвигунів.

Отже, в даній роботі вирішується актуальне завдання модернізації системи управління горизонтально-розточувального верстата моделі Skoda W200 шляхом розробки системи автоматичного керування приводом головного руху верстата [1].



Рис. 1. Зовнішній вид горизонтально-розточувального верстата моделі Skoda W-200

Горизонтально-розточувальний верстат моделі Skoda W-200 застосовується для фрезерування і розточення масивних заготовок і деталей, а також для свердління і нарізування різьблення.

Зовнішній вид горизонтально-розточувального верстата моделі Skoda W-200 представлений на рисунку 1.

Визначення режимів різання для типової деталі та проведення розрахунку потужності різання необхідні для вибору двигуна приводу головного руху. На основі проведеного аналізу існуючої системи та її недоліків, а також вибору варіантів їхнього усунення, було ухвалене рішення про створення нової системи керування для горизонтально-розточувального верстата моделі Skoda W-200.

Система регулювання швидкості електродвигуна в механізмі головного руху верстата.

Ціль дослідження – підвищення надійності роботи верстата шляхом виявлення і усунення недоліків системи управління електроприводом.

В якості об'єкту дослідження виступає система керування електроприводом головного руху верстата.

Було з'ясовано, що для отримання високого рівня керування електроприводом в сталому й перехідному режимі (режим пуску та накиду розвантаження) в великому діапазоні регулювання швидкості, є система векторного керування [2].

Для конфігурації САК була застосована програма конфігурації NCSD configuration. Вибір системи ЧПК та вікно конфігуратору представлені на рисунку 2.

Конфігуратор являє собою зручну й універсальну конфігураційну програму для формування комплектної пропозиції як на системи ЧПК SINUMERIK 810D Powerline, 840D Powerline, 802D, 840Di, 802S/C/D baseline так і для конфігурування приводної частини на основі техніки SIMODRIVE 611 й є зручним інструментом для швидкого проектування.

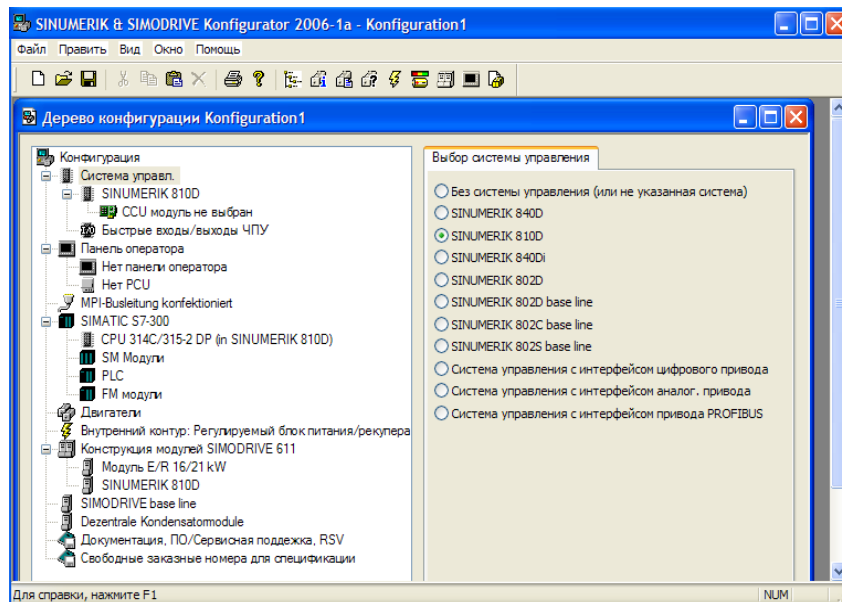


Рис. 2. Вибір системи ЧПК

Для здійснення керування верстатом використовується панель оператора. Вона складається з пульта керування й безпосередньо самого дисплея з функціональними клавішами. Конфігуратор дозволяє вибрати панель оператора, модуль людино-машинного інтерфейсу PCU (промисловий комп'ютер), верстатну або ПК клавіатуру, USB порт.

Панель оператора OP12 виконує функцію зв'язку самого оператора й САК. Також, на панелі оператора, виводяться поточні значення параметрів верстату (число обертів шпинделя, установлені й фактичні подачі, положення супорта щодо нуля, робочі області верстата, виконується програма й т. і.).

Для керування електроустаткуванням використовується модуль контролера SIMATIC S7-300 [3].

Система керування периферією включає у свій состав: модуль блоку живлення (PS): використовується для підключення SIMATIC S7-300 до джерел живлення $\sim 120/230$ В; сигнальні модулі (SM): для вводу - виводу дискретних та аналогових сигналів; функціональний модуль (FM); інтерфейсний модуль (IM).

Блоки живлення призначені для живлення модулів контролера напругами $= 5$ В та $= 24$ В. Живлення до модулів підводиться по внутрішній шині контролера. На вхід модулів PS 307 подається напруга $\sim 120/230$ В. PS 307 (6ES7407-0RA01-0AA0) дозволяє підключати до свого виходу не тільки PLC, але й подавати живлення на датчики й приводи.

Для зовнішнього живлення модулів PLC вибираємо стабілізоване джерело живлення SITOP 20A (6EP1436-3BA00), а для живлення входів/виходів SITOP 10A (6EP1437-3BA00).

Для керування приводами використовується SIMODRIVE 611. Цей модуль містить наступні модулі: модуль живлення рекуперації; цифрові плати керування SIMODRIVE 611; цифрові плати керування SINUMERIK 810D.

Шина керування приєднується на цифрову плату керування SINUMERIK 810D за допомогою шини PROFIBUS. Із двигунів зворотні зв'язки підключаються до відповідних цифрових плат керування SIMODRIVE 611. Для передачі обертового руху із двигуна подачі на вал як проміжна ланка використовується планетарний редуктор. Для передачі обертового руху з головного приводу на планшайбу, використовується циклоїдальний редуктор.

Для управління приводом головного руху будемо використовувати одновісний силовий модуль 6SN1145-1BB00-0FA1 з параметрами: номінальний струм 202 А; максимальний струм 294 А; вихідна напруга 680 В.

Розгорнута структура системи керування верстатом представлена на рисунку 3.

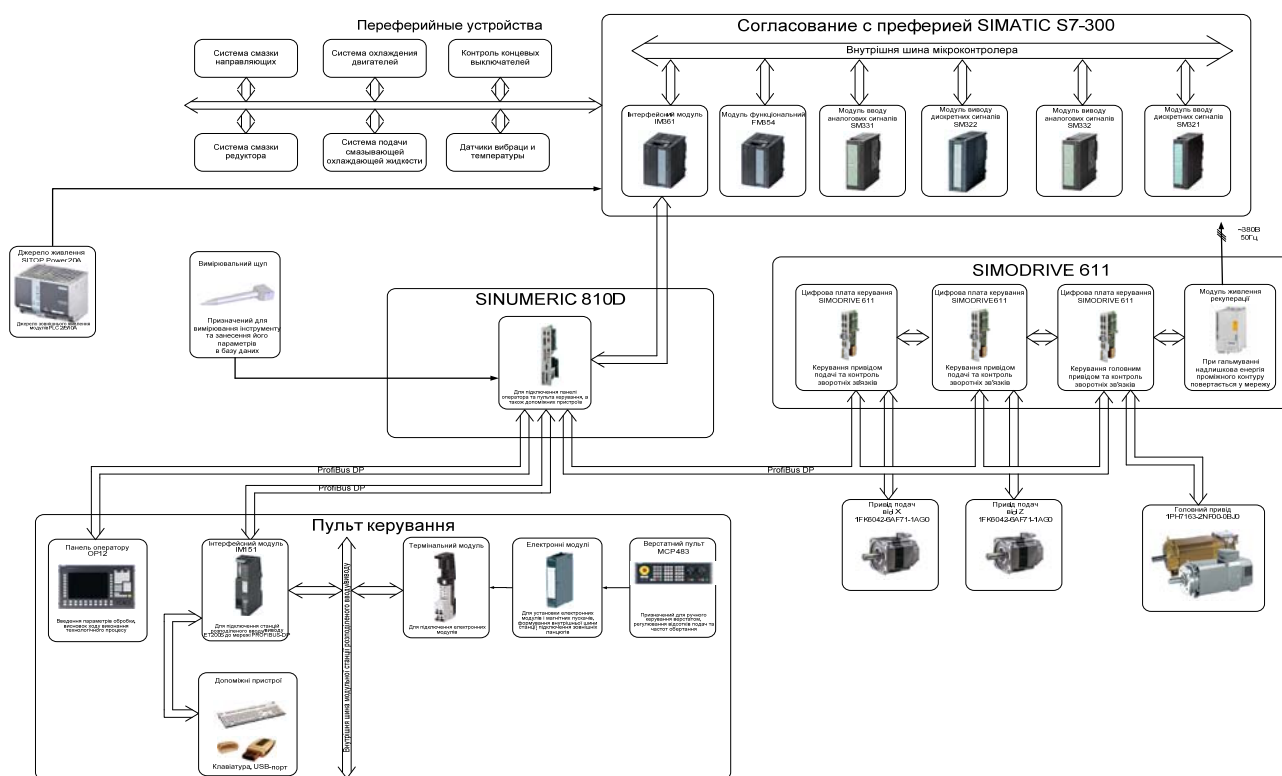


Рис. 3. Структурна схема САК

Проведено дослідження системи керування приводом головного руху верстата. Побудована модель та перехідні процеси у MATLAB.

Модель запуску асинхронного двигуна від частотного перетворювача з векторним керуванням швидкості у MATLAB зображена на рисунку 4.

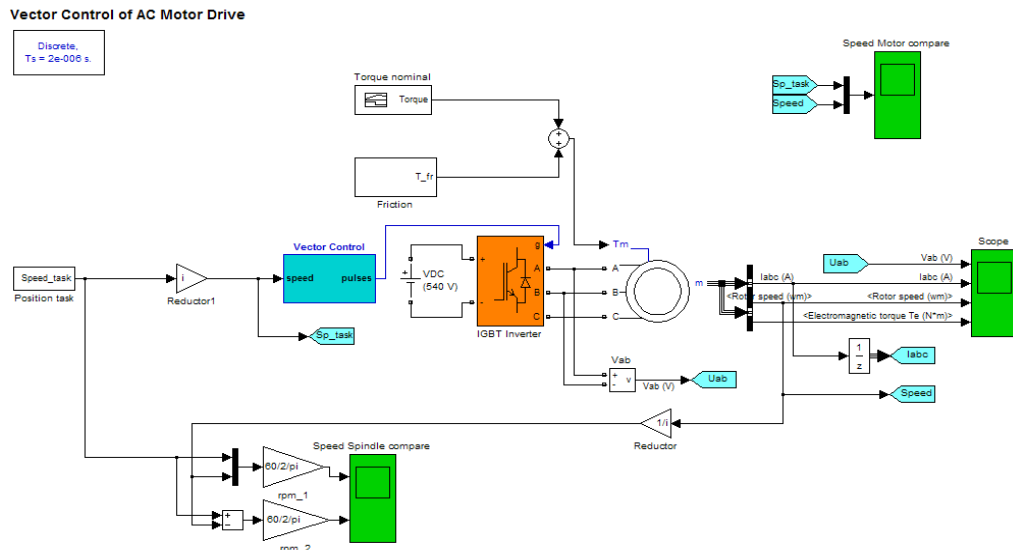


Рис. 4. Модель запуску асинхронного двигуна

Графіки перехідних процесів побудованої моделі запуску двигуна з векторним керуванням швидкості зображені на рисунку 5.

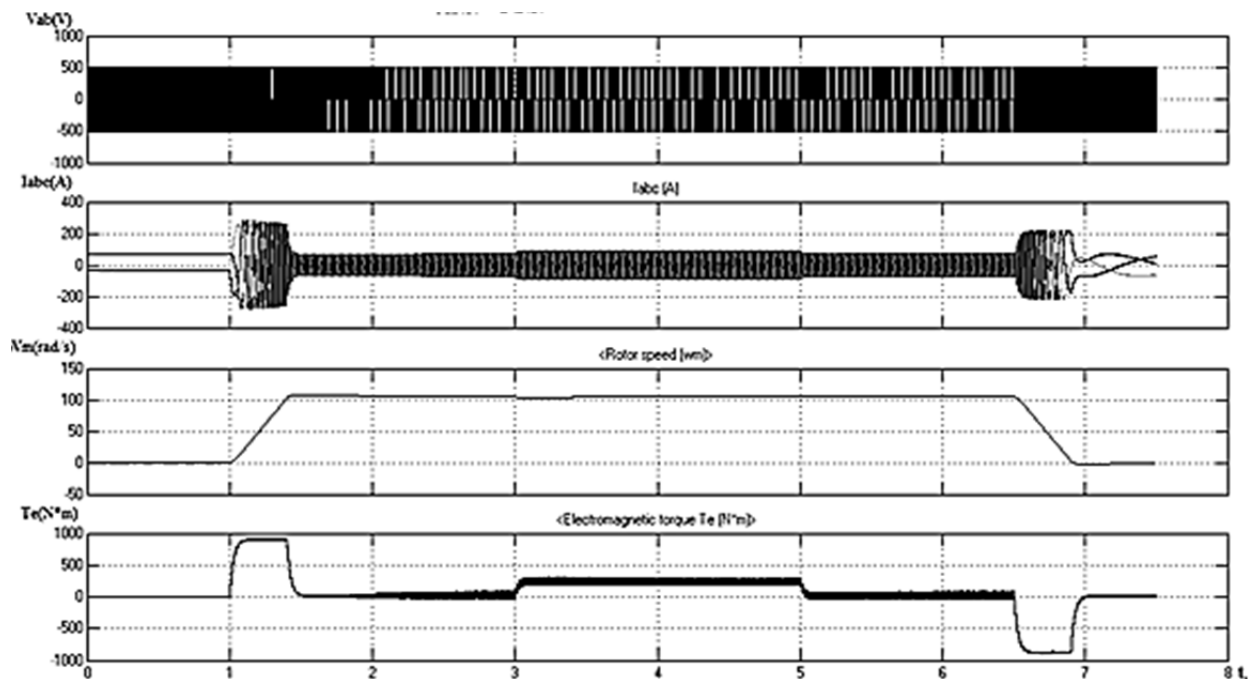


Рис. 5. Графіки перехідних процесів побудованої моделі

Структура блоку векторної системи керування Vector Control представлена на рисунку 6.

Перехідний процес частоти обертання шпинделя наведений на рисунку 7.

З рисунку 7 пораховано, яке виникає значення перерегулювання швидкості даної системи та чи доцільно використання саме векторної системи керування швидкості в даній системі.

Максимальна амплітуда фактичної частоти обертання ротора двигуна $w_{\text{макс}} = 159,5$ рад/с, а номінальна частота обертання $w_{\text{ном}} = 157,1$ рад/с. Порахувавши бачимо, що перерегулювання має мале значення і складає $\sigma = 1,52\%$, що відповідає вимогам управління системою, оскільки не виходить за межі 5 %.

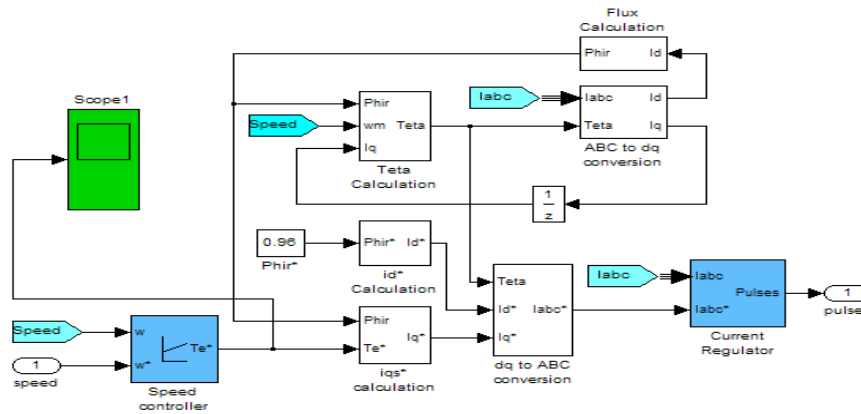


Рис. 6. Блок векторної системи керування

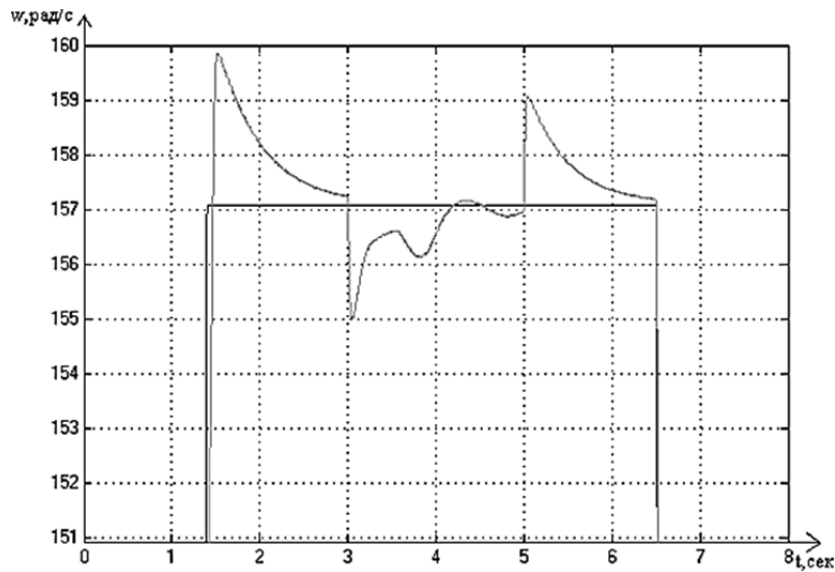


Рис. 7. Перехідний процес частоти обертання шпинделя

На підставі цього можна зробити висновок про доцільність застосування саме векторної системи управління.

ВИСНОВКИ

Таким чином, розроблена система автоматичного керування приводом головного руху горизонтально-розточувального верстата моделі Skoda W-200 з ЧПК має наступні переваги та функції: зменшене енергоспоживання; мала габаритність вузлів системи керування, компактність елементів; швидкий час спрацьовування системи; більш повна інформація про стан приводів; автоматична оптимізація приводів, яка дозволяє більш точно та швидко адаптувати приводи до механіки верстату; легка настройка приводів; високі динамічні показники приводу.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Клименко Г. П., Суботін О. В. Управління процесом експлуатації інструменту при обробці деталей на важких верстатах. *Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем*. Збірник наукових праць. Краматорськ, 2015. Вип. № 37. С. 88–92.
2. Плахтина О.Г., Мазепа С.С., Куцик А.С. Частотно-керовані асинхронні та синхронні електроприводи: навч. посібник. Львів: Вид-во Нац. ун-ту "Львівська політехніка", 2002. 227 с.
3. Каталог СА01. Редакція 01/01, Версія 11.0.134. © Siemens Номер: E86060-Д4001-А110-В3-7600.

УДК 681.5:621.77

Максименко К. С. (АВП-19-2м)

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОГО ПЕРІОДУ ПЛАВКИ В ДУГОВІЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНІЙ ПЕЧІ

Досліджені керуючі параметри температурного режиму відновлювального періоду плавки металу в дугових сталеплавильних печах та технологічних комплексах «Піч-Ківш». Проведено математичне описання і аналітичне рішення системи диференціальних рівнянь крайової задачі тримірного нестационарного теплообміну на основі інтегрально-диференціальних рівнянь теплопровідності. Отримане аналітичне рішення дозволило дослідити зміну температури розплаву в залежності від величини потужності на дузі, маси металу і шлаку в печі. В результаті теоретичних досліджень процесу теплообміну в замкнутому просторі печі побудовані поверхні зміни температури розплаву по глибині ковша при дуговому підігріві.

Operating parameters of a temperature mode of the regenerative period of fusion of metal in arc steel-smelting furnaces and technological complexes "Furnace-ladle" are investigated. Is spent the mathematical description and the analytical decision of system of the differential equations of a regional problem of three-dimensional non-stationary heat exchange on the basis of the integralno-differential equations of heat conductivity. The received analytical decision allows to investigate temperature change melt depending on power size on an arch, weights of metal and slag in the furnace. As a result of theoretical research of process of heat exchange in the closed space of the furnace surfaces of change of temperature melt on depth of a ladle are constructed at arc heating.

В даний час метал є основним конструктивним матеріалом для машинобудівного, суднобудівного та інших металомістких виробництв. В Україні зосереджено значну кількість металургійних підприємств, на яких більш якісні сталі виплавляються в дугових сталеплавильних печах (ДСП). Якість сталі, що виплавляється визначається його хімічним складом і підтриманням температурного режиму плавки в окислювальний і відновний період з точністю ± 10 °С. На практиці операції контролю температури рідкого металу здійснюються періодично в ручному або напівавтоматичному режимі з інтервалами 15–20 хв. Періоди без спостереження процесу (між процедурами вимірювань) викликають ризик перегріву металу, що може позначитися на якості сталі і призвести до зайвої витрати споживаної енергії.

До теперішнього часу механізми управління з урахуванням графіка температурного режиму плавки не вироблені, так як мають місцем невизначеності взаємозв'язків технологічних параметрів, перш за все, маси розплаву, необхідної кількості електроенергії. У цих умовах для зазначених об'єктів стає очевидною необхідність розробки математичних моделей взаємозв'язку теплових і енергетичних параметрів, і створення автоматизованої системи управління тепловим режимом плавки, яка забезпечить стабільність якості виплавленої сталі при мінімальних енерговитратах. У зв'язку з цим розробка механізмів скорочення теплових втрат, а також алгоритмів управління тепловим режимом плавки в ДСП в відновлювальний період плавки є актуальною науково-технічною задачею.

Метою роботи є підвищення якості металу і ефективності плавки шляхом автоматизації процесу управління тепловим режимом плавки рідкого металу з використанням математичних методів, алгоритмів, інформаційного та програмного забезпечення.

Обґрунтована актуальність дослідження, проаналізовані роботи дослідників: Альтгаузен А. П., Гітгарца Д. О., Нікольського О. Є., Пірожникова В. Є., Ігнатова І. І., Хаїнсона О. В., Сапко О. І. і ін. Аналіз результатів досліджень дозволив сформулювати наступні не вирішені питання:

1. Не вирішена задача визначення поточних значень теплових втрат, які характеризують рівень впливів, що збурюють процес.

2. Аналіз сучасних систем керування ДСП і результатів їхнього функціонування виявив, що при використанні періодичних способів контролю температури металу у відновлювальний період плавки температура розплаву може відхилитися від заданої більш, ніж на ± 10 °С, що може спричинити перевитрату електроенергії викликану перегрівом металу та погіршення фізико-хімічних властивостей кінцевого продукту через не дотримання температурного режиму плавки.

При побудові математичної моделі ЕПП за основу прийнятий технологічний процес обробки рідкого металу у відновлювальний період плавки, конструктивні особливості ДСП. Для побудови математичної моделі запропоновано експериментально-аналітичний метод. У ході вивчення закономірностей теплових процесів, що відбуваються у відновлювальний період плавки і, які впливають на температуру розплаву, розроблена структура моделі (див. рис. 1) у вигляді двох взаємодіючих частин: електричної та теплової.

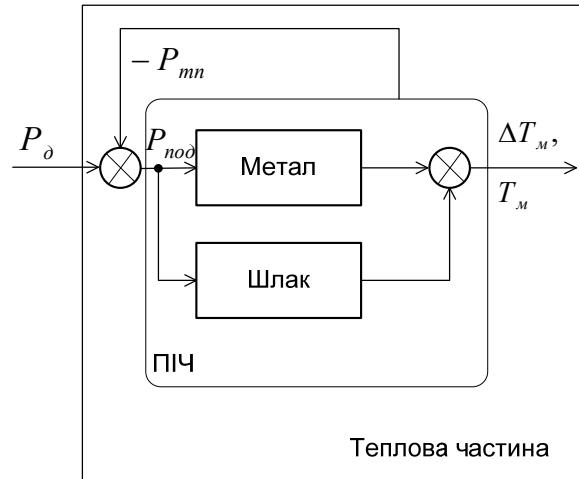


Рис. 1. Структура теплової математичної моделі ДСП

Виявлено керуючі параметри, від яких залежить зміна керованих величин – температури T_m і швидкості нагріву ΔT_m рідкого металу. Таким параметром є величина підведеної потужності в піч $P_{pod} = P_\delta - P_{mn}$, що визначається як різниця потужностей на електричній дузі P_δ (1) і теплових втрат P_{mn} [1].

Потужність на електричній дузі у κ -фазі, *МВт*:

$$P_{\delta k} = \frac{1}{T_\delta} \int_0^{T_\delta} u_{\delta k}^2(t) g_k(t) dt, \quad (1)$$

де T_δ – постійна часу дуги, при рафінуванні становить (3...8) *мс*; $u_{\delta k}(t)$ – діюча напруга на електричній дузі; $g_k = 1/R_{\delta k}(t)$ – провідність електричної дуги, Ом^{-1} ; $\kappa = 1, 2, 3$ – номер фази пічного трансформатора.

Регулювання величини підведеної в піч потужності і напруги на електричній дузі здійснюється шляхом перемикання шаблів напруги (N_{cm}^0) на пічному трансформаторі та варіюванням величини сили струму шляхом зміни міжелектродного проміжку.

Математична модель теплових параметрів шлаку і розплаву в ДСП при дуговому підігріві описана системою диференціальних рівнянь теплопровідності Фур'є [2, 3].

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{C_m \cdot M_m} \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}, \quad (2)$$

де t – час; z – координата, вздовж, якій здійснюється теплоперенесення зі швидкістю $a = \frac{1}{C_m \cdot M_m}$.

Рішенням рівняння (2), що задовольняють початковій умові:

$$T(0, x) = T_{нач}(x) \text{ при } t = 0, \quad 0 < z \leq l \quad (3)$$

і граничній умові

$$T(t,0) = T_{ex}(t) \text{ при } z = 0, t > 0, \quad (4)$$

є

$$T(t,l) = \begin{cases} T_{нач}(l - ta), t < \frac{l}{a}; \\ T_{ex}\left(t - \frac{l}{a}\right), t \geq \frac{l}{a}. \end{cases} \quad (5)$$

З рішення (2) випливає, що передача тепла від шару схильного безпосередньому нагріву до кінцевого шару відбувається через час τ . Виходячи з вище сказаного, можна уявити передавальну функцію ідеалізованого теплоперенесення в ковші печі у вигляді:

$$W(p) = \frac{1}{(1 + \tau p)^n}. \quad (6)$$

Рішення рівнянь (2) отримано в аналітичному виді. При рішенні прийняті припущення з рівномірного розподілу потужності у фазах короткої мережі і температури в шарах рідкого металу.

Побудова динамічної моделі теплового процесу плавки металу в ДСП здійснюється на основі наведених вище рівнянь і відповідних узагальнених передаточних функцій для розглянутих математичних описів теплоперенесення.

В процесі теплообміну беруть участь два тіла – рідкий метал і футерування. Зміна температури кожного тіла може бути представлено аперіодичною ланкою першого порядку з запізненням або без нього. Запізнення вноситься в тих випадках, коли тіло що нагрівається не відразу реагує на підведене тепло, при зміні ступеня напруги пічного трансформатора. Як зазначалося вище, футеровка по міру нагрівання акумулює тепло в метал і швидше реагує на зміну потужності, що підводиться, ніж ванна рідкого металу. З огляду на це, передавальну функцію печі можна представити у вигляді:

$$W_{печи}(p) = W_m(p) + W_\phi(p) = \frac{\Delta T_m(p)}{P_{нод}(p)} = \frac{K_m \cdot e^{-\tau \cdot p}}{1 + T_m \cdot p} + \frac{K_\phi}{1 + T_\phi \cdot p}. \quad (7)$$

З метою визначення правдивого характеру зміни теплових параметрів плавки математичне моделювання проводилося в два етапи. На першому етапі була отримана залежність зміни температури розплаву, коли в якості джерела підведеної потужності було прийнято $P_{нод} = P_\delta$. Таке рішення не було адекватним реальним тепловим процесам, які протікають у печі, тому що не враховувалася величина потужності теплових втрат. На другому етапі проведена оцінка величини потужності теплових втрат через інші контрольовані параметри. У результаті експериментів і пасивних спостережень було встановлено, що величина теплових втрат залежить від типорозміру сталеплавильного ковша, маси розплаву і величини потужності на електричній дузі. Для визначення величини теплових втрат по всій кампанії плавки розроблена математична модель [4].

$$\Delta P_{mn}(p) = \left(\frac{1}{\frac{K_m}{T_m \cdot p + 1} \cdot e^{-\tau p} + \frac{1}{T_\phi p + 1}} \right) \cdot \Delta T'(p). \quad (8)$$

Вихідним параметром моделі є поправка величини підведеної потужності в піч, а вхідним – оцінка температури рідкого металу $\Delta T' = T_{мсп}^{mod}(t) - T_{мсп}^{uzm}(t)$, обумовлена як різниця між змодельованою усередненою температурою по об'єму розплаву $T_{мсп}^{mod}(t)$ і отриманої дослідним шляхом $T_{мсп}^{uzm}(t)$ у певні проміжки часу між вимірами температури Δt .

Оцінка величини потужності теплових втрат дозволила: визначити значення модельної потужності підведеної в піч, як $P_{nod} = P_d - P_{mn}$, а також заповнити та корегувати, значення потужності теплових втрат у базі даних відповідно до розробленого алгоритму. Завдяки чому удалось зменшити погрішність швидкості нагріву до $0,14 \text{ }^\circ\text{C}/\text{хв}$ і накопичену величину погрішності температури розплаву при моделюванні за всю кампанію плавки до $8,4 \text{ }^\circ\text{C}$.

За результатами теоретичних досліджень теплообміну в замкнутому просторі печі отримані поверхні зміни температури в процесі нагріву розплаву, а також графіки зміни в часі: усередненої по об'єму температури та швидкості нагріву рідкого металу, які залежать від потужності електричної дуги, теплових втрат, а також маси розплаву (див. рис. 2). Проведене моделювання показало, що протікання теплових процесів має затяжний характер. Електричні параметри плавки визначають не тільки температуру та швидкість нагріву рідкого металу, а також величини теплових втрат.

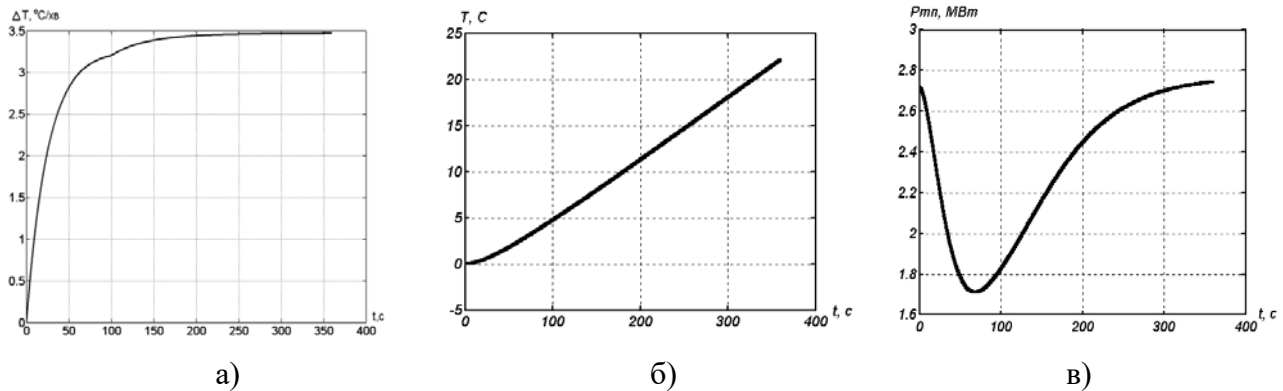


Рис. 2. Графіки зміни у часі усереднених по об'єму розплаву: а – зміни швидкості нагріву; б – зміни температури рідкого металу; в – потужності теплових втрат P_{mn}

Розроблена математична модель ЕПП дає можливість побудови автоматизованої системи керування тепловим режимом плавки та оцінки значення температури розплаву по всій кампанії плавки.

ВИСНОВКИ

1. Отримали подальший розвиток математичні моделі теплових параметрів процесу плавки рідкого металу. На моделі отримані залежності зміни температури і швидкості нагріву розплаву в часі, з урахуванням, технологічних параметрів.

2. Розроблено математичну модель теплових параметрів плавки, на якій досліджені перехідні процеси і залежності, що описують взаємодію електричних і теплових параметрів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Никольский А. Е. Тепловая работа дуговых сталеплавильных печей. Москва: Metallurgiya, 1981. 320 с.
2. Гитгарц Д. А. Автоматизация плавильных электропечей с применением микро-ЭВМ. Москва: Энергоатомиздат, 1984. 136 с.
3. Егоров А. И. Основы теории управления. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 504 с.
4. Разживин А. В. Автоматизация процесса управления тепловым режимом плавки в электротермических печах. Монография. Краматорск: ДГМА, 2011. 132 с.

УДК 681.5:629.3

Мартиненко М. В. (АВП-19-2м)

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДВОХДВИГУННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ЛЕБІДКИ СКІПОВОГО ПІДЙОМНИКА

У статті вирішено актуальне науково-технічне завдання дослідження процесу керування багатодвигунного електроприводу лебідки скіпового підйомника в перехідних режимах пуску і стопоріння тягового органу. Проведено дослідження особливостей технологічного процесу регулювання швидкості двохдвигунного електроприводу, встановлення параметрів процесу керування. Удосконалена математична модель і алгоритм регулювання частотного регулювання швидкості взаємозв'язкового електроприводу. Створена автоматизована система керування швидкістю двохдвигунного електроприводу лебідки скіпового підйомника. Розроблена структура і алгоритм функціонування автоматизованої системи двохдвигунного електроприводу лебідки.

The article solves the actual scientific and technical problem of studying the control process of a multi-motor electric drive of a skip hoist winch in transient modes of starting and stopping the traction element. The study of the features of the technological process of regulating the speed of two motor electric drives, the formalization of the control process parameters. Improved mathematical model and algorithm for frequency control of the speed of the electric drive. An automated system for controlling the speed of two motor electric drives of the skip hoist winch has been created. The structure and algorithm of functioning of the automated system of two motor electric drive of the winch have been developed.

Одним із способів підвищити прибутковість підприємства є здешевлення виробленої продукції. Для цього необхідно всіляке скорочення споживання електроенергії та підвищення продуктивності обладнання, шляхом введення засобів автоматизації та механізації, які забезпечать якісні і точні показники виконання технологічного процесу і зниження собівартості продукції. Однією зі статей, що впливають на собівартість виплавленої сталі в доменних печах, є витрати на електроенергію, які пов'язані із завантаженням печі з використання скіпового підйомника.

Щодо скіпових підйомників можна виділити особливості вибору системи управління, а саме вона залежить від глибини підйому, типу підйомної машини, підйомної посудини, нахилу відносно горизонту.

Електропривод підйомної установки повинен забезпечувати:

- роботу зі зниженою швидкістю від 0.3 до 1 м/с при знятті скіпа з жорстких посадочних пристроїв;
- уповільнення підйомного скіпа, що не перевищують 1 м/с для всіх типів вертикальних і похилих установок;
- відсутність прослизання каната на всіх ділянках руху скіпа;
- стійку максимальну швидкість при рівномірному ході незалежно від навантаження на валу двигуна і напрямки руху;
- рух скіпа зі зниженою швидкістю при дотягуванні, в результаті чого має бути скомпенсована похибка системи регулювання.

Для скіпових підйомів має велике значення шлях дотягування, який визначається помилкою по шляху в процесі уповільнення і величиною пройденого шляху руху скіпа в розвантажувальних кривих.

У зв'язку з цим розробка механізмів регулювання пускових режимів багатодвигунного електроприводу лебідки скіпового підйомника, а також алгоритмів управління є актуальною науково-технічною задачею.

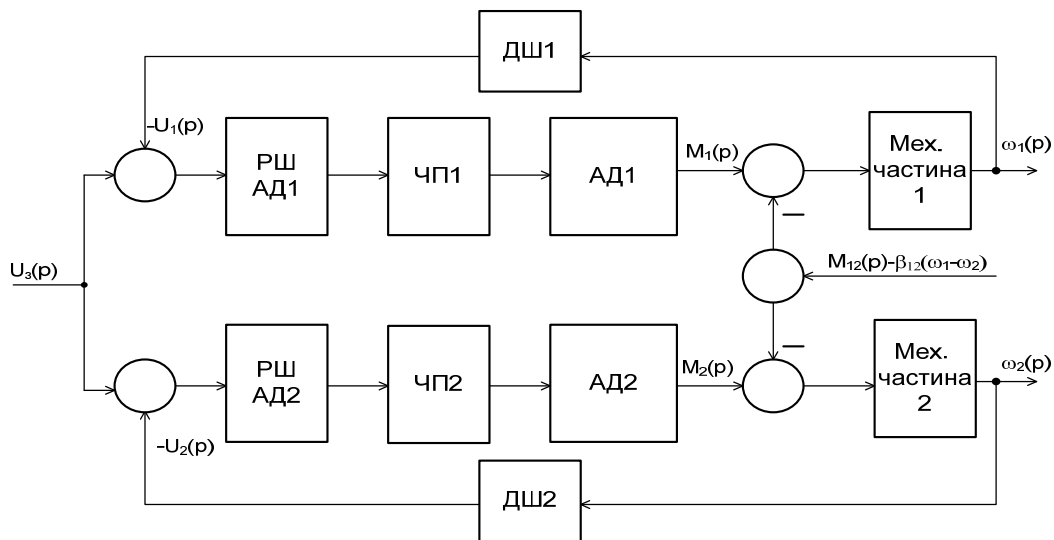
Зниження енерговитрат технологічного процесу завантаження доменної печі шляхом розробки системи автоматичного регулювання швидкості двохдвигунного електроприводу з використанням математичних методів, алгоритмів, інформаційного та програмного забезпечення.

Мета дослідження – зниження енерговитрат та підвищення ефективності процесу завантаження доменної печі шляхом впровадження автоматизованої системи керування двохдвигунним електроприводом скіпового підйомника.

Для скіпових підйомників встановлені вимоги, які відповідні підйомно-транспортним машинам. Електрообладнання скіпового підйомника відноситься до четвертого класу групи А, що відповідає ймовірності роботи на проміжку часу 720 годин з коефіцієнтом навантаження $P = 0.95$, при цьому середнє напрацювання на відмову повинне становити не менше $T_{\text{відк}} = 15000$ ч, при часі відновлення (часі ремонту $t_{\text{рем}} = 0.5$ ч, часі простою після аварії $t_{\text{авар}} = 0.5$ ч і часі роботи в добу $t_{\text{робдоб}} = 15 \dots 18$ ч [1].

Проведений аналіз конструкції лебідок скіпових підйомників дозволяє провести подальший аналіз вимог до системи управління.

Для приводу скіпових підйомників широко використовуються двохшвидкісні асинхронні електродвигуни. Структурна схема електромеханічної системи двохдвигунного приводу наведена на рисунку 1.



ω_1, ω_2 – відповідно частота обертання ротора при роботі головного й хвостового двигуна;
 p – оператор диференціювання

Рис. 1. Блок-схема математичної моделі двохдвигунного електроприводу лебідки

При розробці математичної моделі тяговий орган з вантажем представлений як зосереджена маса, а його пружно-дисипативні властивості розглядаються в лінійній постановці. Динамічна розрахункова схема двохланцюгового приводу, що враховує пружні дисипативні властивості приводу і тягового органу, а також можливі зазори, представлена на рис. 2.

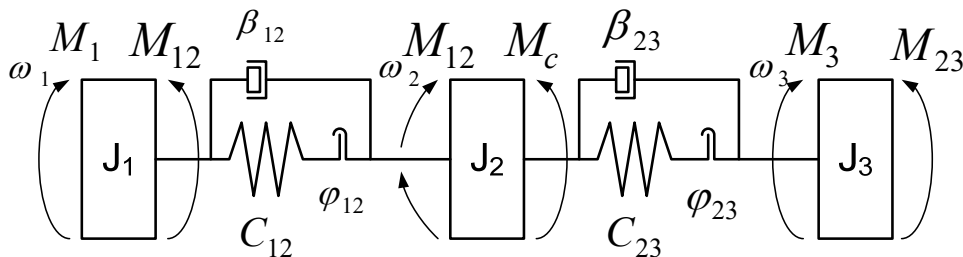


Рис. 2. Розрахункова схема електромеханічної системи двохприводної лебідки

З урахуванням прийнятих припущень динаміка механічної частини двохприводної лебідки скіпового підйомника описується наступною системою рівнянь (1) [3]:

$$\begin{cases} M_1 - M_{12} - \beta_{12}(\omega_1 - \omega_2) = J_1 \frac{d\omega_1}{dt} = J_1 \frac{d^2\varphi_1}{dt^2}, \\ M_{12} - M_{23} + \beta_{12}(\omega_1 - \omega_2) - \beta_{23}(\omega_2 - \omega_3) - M_c = J_2 \frac{d\omega_2}{dt} = J_1 \frac{d^2\varphi_2}{dt^2}, \\ M_3 + M_{23} + \beta_{23}(\omega_2 - \omega_3) = J_3 \frac{d\omega_3}{dt} = J_1 \frac{d^2\varphi_3}{dt^2} \end{cases} \quad (1)$$

де φ_i , ω_i – відповідно кути повороту і кутові швидкості i -ої маси; M_c – момент сил опору руху тягового органу; β_{12} , β_{23} – коефіцієнти опору руху, відповідно, робочої і холостої вітки тягового органу; $M_{12} = c_{12}(\varphi_1 - \varphi_2)$, $M_{23} = c_{23}(\varphi_2 - \varphi_3)$ – пружний момент.

В системі рівнянь (1) моменти інерції окремих ланок приведені до частоти обертання двигуна. Параметри ротора асинхронного двигуна для кожної з частот обертання приведені до статора двигуна.

Система рівнянь (1) в операторній формі Лапласа має вигляд:

$$\begin{cases} \frac{1}{J_1}(M_1 - M_{12} - \beta_{12}(\omega_1 - \omega_2)) = \omega_1 p, \\ \frac{1}{J_2}(M_{12} - M_{23} + \beta_{12}(\omega_1 - \omega_2) - \beta_{23}(\omega_2 - \omega_3) - M_c) = \omega_2 p, \\ \frac{1}{J_3}(M_3 + M_{23} + \beta_{23}(\omega_2 - \omega_3)) = \omega_3 p, \\ M_{12} = \frac{c_{12}}{p}(\varphi_1 - \varphi_2), \\ M_{23} = \frac{c_{23}}{p}(\varphi_2 - \varphi_3). \end{cases} \quad (2)$$

На підставі системи рівнянь (2) розроблено математичну модель механічної (незмінної) частини скіпового підйомника. Реалізація моделі здійснена за допомогою МПП MatLab і приведена на рисунку 3.

Математичний опис електромагнітних перехідних процесів в асинхронному двигуні виконано на системи рівнянь, що описують поведінку, двигуна для однієї частоти обертання, й має вигляд [4, 5]:

$$\begin{cases} \frac{d\Psi'_{x1}}{dt} = U'_m - \omega'_0 \cdot \alpha'_s \cdot \Psi'_{x1} + \omega'_0 \cdot \alpha'_s \cdot \Psi'_{x2} + \omega'_0 \cdot \Psi'_{y1} \\ \frac{d\Psi'_{y1}}{dt} = 0 - \omega'_0 \cdot \alpha'_s \cdot \Psi'_{y1} + \omega'_0 \cdot \alpha'_s \cdot k'_r \cdot \Psi'_{y2} - \omega'_0 \cdot \Psi'_{x1} \\ \frac{d\Psi'_{x2}}{dt} = -\omega'_0 \cdot \alpha'_r \cdot \Psi'_{x2} + \omega'_0 \cdot \alpha'_r \cdot k'_s \cdot \Psi'_{x1} + (\omega'_0 - \omega'_1) \cdot \Psi'_{y2}, \\ \frac{d\Psi'_{y2}}{dt} = -\omega'_0 \cdot \alpha'_r \cdot \Psi'_{y2} + \omega'_0 \cdot \alpha'_r \cdot k'_s \cdot \Psi'_{y1} + (\omega'_0 - \omega'_1) \cdot \Psi'_{x2} \\ M'_1 = \frac{3}{2} p' \cdot \omega'_0 \cdot \frac{k'_r}{x'_s \cdot \sigma'} (\Psi'_{x2} \cdot \Psi'_{y2} - \Psi'_{x1} \cdot \Psi'_{y1}) \end{cases} \quad (3)$$

У відповідності до системи рівняння (3) і результатами розрахунку коефіцієнтів і постійних часу передаточних функцій у пакеті MatLab.

При синтезі параметричного регулятора отримана дискретна передавальна функція (ДПФ) ПД-регулятора швидкості:

$$W_p(\lambda) = K_p \left[\frac{(\tau_2 + T_{\text{я}})}{\tau_1} + \frac{T_0}{\tau_1} \cdot \frac{z+1}{z-1} + \frac{2\tau_2 T_{\text{я}}}{\tau_1 T_0} \cdot \frac{z-1}{z+1} \right]. \quad (4)$$

Відповідно до розробленої структурної схеми (див. рис. 2) та розглянутої система рівнянь (1), яка вирішувалася спільно з системами диференціальних рівнянь, що описують перехідні процеси в електродвигунах (3), синтезована математична модель АСУ електроприводом скіпового підйомника. Загальний вигляд блок-схеми математичної моделі частотно-регульованого електроприводу скіпового підйомника в МПП MatLab [1] наведено на рисунку 4.

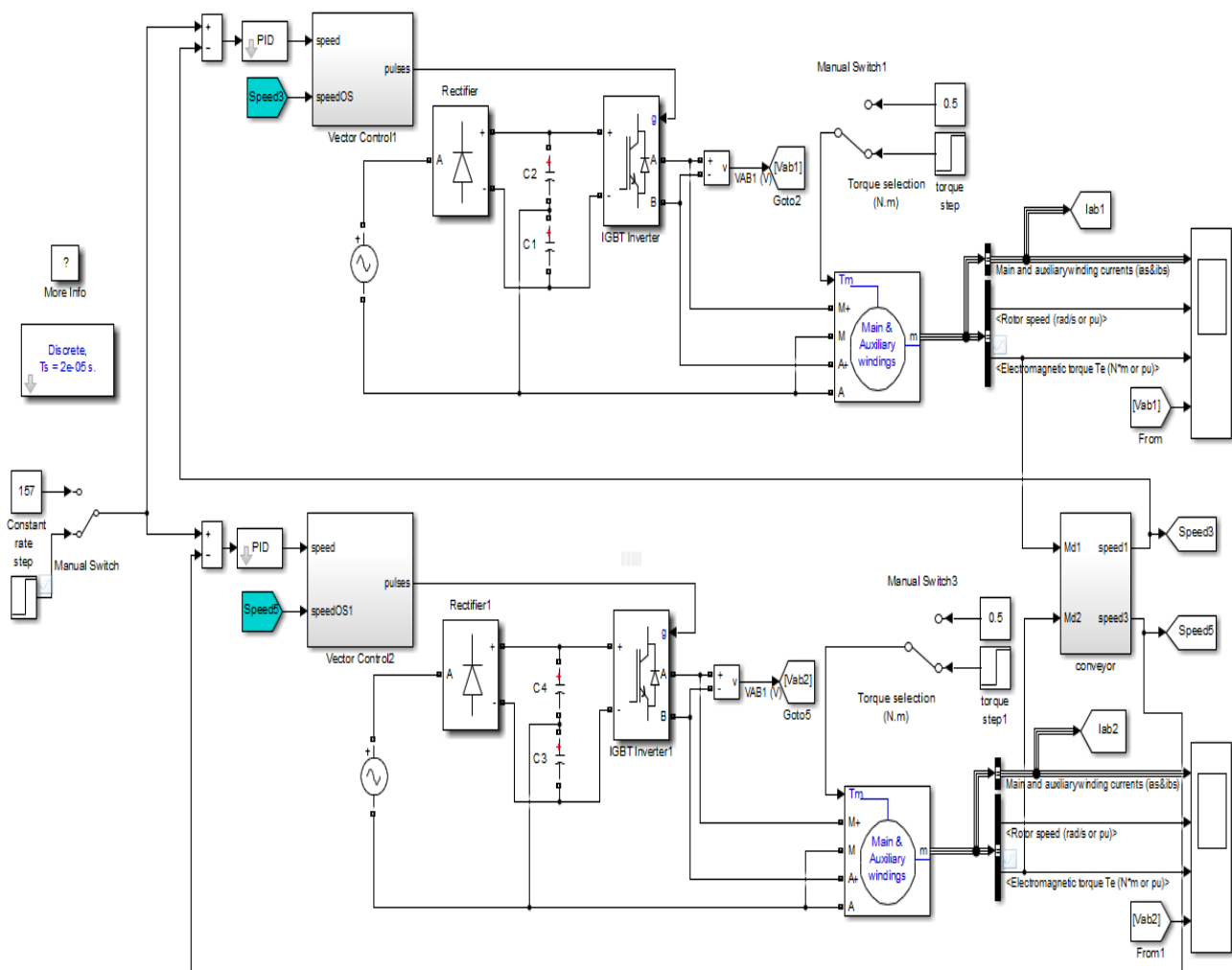
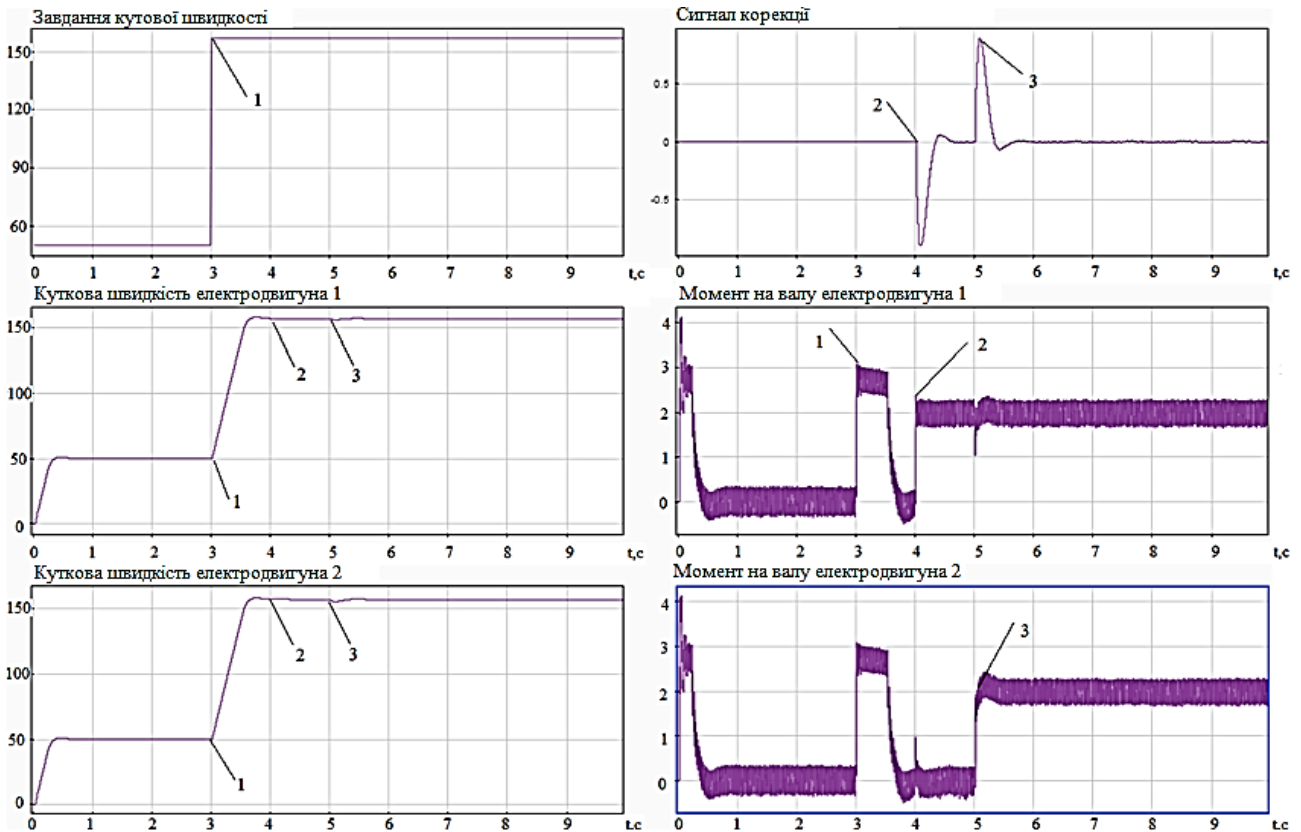


Рис. 4. Математична модель АСУ електроприводом скіпового підйомника

Розроблена система задовольняє вимогам по швидкодії і точності. Час перехідного процесу складає: $t_{\text{mn}} = 1,7$ с. Результати математичного моделювання наведені на рисунку 5.

Моделювання показало, що АСУ електроприводом має швидкісну помилку, яка становить $0,035 \text{ м/с} < 0,05 \text{ м/с}$. Час перехідного процесу становить не менше 1,7 с, що забезпечує максимальну швидкість при допустимому прискоренні.

Розроблену математичну модель доцільно використовувати для адаптації алгоритму запуску і зупинки скіпового підйомника до заданих умов експлуатації.



1 – вихід на номінальну кутову швидкість; 2 – підведення навантаження (перекіс) на приводний ланцюг 1; 3 – підведення навантаження (перекіс) на приводний ланцюг 2

Рис. 5. Графіки перехідних процесів

ВИСНОВКИ

У статті вирішене актуальне науково-технічне завдання дослідження процесу керування багатодвигунного електроприводу скіпового підйомника в перехідних режимах пуску і стопоріння тягового органу.

Проведено дослідження особливостей технологічного процесу регулювання швидкості двохдвигунного електроприводу, встановлення параметрів процесу керування. Удосконалена математична модель регулювання частотного регулювання швидкості взаємозв'язкового електроприводу.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Герман-Галкин С. Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. Учебное пособие. Санкт-Петербург : Корона-Век, 2008. 368 с. ISBN 978-5-903383-39-9.
2. Справочник по проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими процессами / Под ред. В. И. Круповича, Ю. Г. Барыбина, М. Л. Самовера. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Энергоиздат, 1982. 416 с., ил.
3. Разживин А. В., Панкратов А. И. Методические указания к выполнению самостоятельной работы по курсу «Основы теории электропривода» для студентов специальности 7.092501 «Автоматизация и компьютерно-интегрированные технологии» дневной и заочной форм обучения. Краматорск: ДГМА, 2006. 56 с.
4. Войтех А. А., Попович А. Н. Моделирование переходных процессов в полупереключаемых асинхронных двигателях. Киев : Наук, думка, 1989. 152 с.
5. Кондрахин В. П., Борисенко В. Ф., Мельник А. А., Косарев В. В., Стадник Н. И., Косарев И. В. Моделирование пусковых режимов двухдвигательного привода на базе двухскоростных асинхронных электродвигателей. *Наукові праці Донецького національного технічного університету*. Донецьк : ДонНТУ, 2005. Вип. 99. С. 104–110.

Стаття надійшла до редакції 08.12.2020 р.

УДК 681:5

Митязов І. В. (АВП-19-2м)

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ ПІДСОСУ ХОЛОДНОГО ПОВІТРЯ СТЕНДУ СУШКИ ФУТЕРОВКИ

У статті вирішено актуальне науково-технічне завдання підвищення якості і ефективності процесу сушки футеровки промковша шляхом зменшення підсмоктування повітря та автоматизованого керування позиціонуванням кришки з використанням математичних методів, алгоритмів, інформаційного та програмного забезпечення. Досліджені особливостей технологічного процесу сушки футеровки промковша, встановлені параметри процесу керування. Удосконалена математична модель підсмоктування повітря та автоматизованого керування позиціонуванням кришки. Створена автоматизована система керування режимом конвекційного теплообміну при сушки футеровки пром. ковша шляхом регулювання підсмоктування повітря через кришку стенду.

The article solves the current scientific and technical problem of improving the quality and efficiency of the drying process of lining promkovsha by reducing air suction and automated control of the positioning of the cover using mathematical methods, algorithms, information and software. The peculiarities of the technological process of drying the industrial bucket lining are investigated, the parameters of the control process are established. Advanced mathematical model of air suction and automated control of cover positioning. The automated control system of the mode of convection heat exchange at drying of a lining prom is created. bucket by adjusting the suction of air through the lid of the stand

Стенди для сушки і розігрівання футеровки сталерозливних ковшів мають низькі показники енергоефективності. Разом з тим, широке впровадження МБЛЗ в сталеплавильне виробництво створює високі вимоги до теплової підготовці сталерозливних ковшів.

В даний час немає єдиної концепції організації стендів для сушки або розігріву сталерозливних ковшів. В якості основного способу сушіння і розігріву футеровки ковшів використовують установки, обладнані газовими пальниками різної конструкції, які забезпечують сушку до 600–800 °С або високотемпературний нагрів до 1100–1200 °С. Цілями попереднього розігріву сталерозливних ковшів є мінімізація втрат тепла розплаву металу в ході плавки і збільшення терміну служби футеровки ковша.

Вертикальні стенди призначені для сушіння і подальшого розігріву стальковша ємністю 100 тон до температур 800 °С і вище. Ключовим недоліком даних стендів є неконтрольовані підсоси повітря через зазор між обичайкою ковша і кришкою величиною до 100 мм.

Холодне повітря, яке підсмоктується, змішується з продуктами горіння, знижує температуру газу в ковшовому просторі і збільшує кількість димових газів. Це призводить до зниження ефективності нагріву ковша і, відповідно, до підвищеної витрати природного газу. Оцінити ці втрати можна, склавши математичну модель на основі теплового балансу ковшового простору.

У зв'язку з цим розробка механізмів скорочення підсмоктування холодного повітря, а також алгоритмів управління є актуальною науково-технічною задачею.

Об'єкт дослідження. Процес керування позиціонування кришки вертикального стенду сушки промковша.

Предмет дослідження. Підвищення якості і ефективності процесу сушки футеровки промковша шляхом зменшення підсмоктування повітря та автоматизованого керування позиціонуванням кришки з використанням математичних методів, алгоритмів, інформаційного та програмного забезпечення.

Цілеспрямовано проблему підсосів повітря в ківш практично ніхто не досліджував. Почасти це пов'язано з тим, що в процесі сушіння надлишкове повітря може бути необхідний з технологічних міркувань. У більшості випадків модернізація подібних стендів полягає в модернізації пальників, в футеровці кришки ковша сучасними вогнетривкими матеріалами і у впровадженні системи автоматизованого управління стендом.

Математичним моделюванням процесу розігріву сталерозливних ковшів займалися В. В. Семахин, Л. Е. Вяльшина [1]. Однак жодна з розглянутих моделей не враховує підсосі холодного повітря через зазор. Тільки Бейцун С. В. [2] аналізує вплив коефіцієнта надлишку повітря на теоретичну температуру горіння.

Для вирішення можливої економії палива за рахунок зниження підсосів повітря в ківш в процесі нагрівання розроблена математична модель, що описує теплові потоки всередині ковша в процесі нагрівання. Схематично модель представлена на рис. 1.

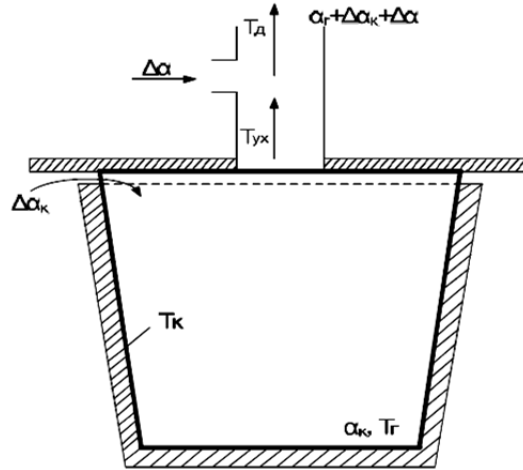


Рис. 1. Схема теплового балансу газоподібної фази всередині ковша

При складанні моделі були зроблені такі припущення:

- температура газоподібної фази у всьому просторі ковша однакова і дорівнює t_2 ;
- повітря, яке підмішується через зазор між кришкою і обичайкою ковша $\Delta\alpha_k$, рівномірно перемішується з продуктами горіння;
- при розрахунку теплообміну між продуктами горіння і поверхнею кладки ковша враховується тільки його промениста складова, конвекційний теплообмін не враховується (дане припущення обґрунтовується тим, що температура газоподібної фази досить істотна, і тому промениста складова теплообміну буде явно переважати).

В основі математичної моделі лежить рівняння теплового балансу для газоподібної фази всередині ковша [4]:

$$Q_n^p V_T = \varepsilon_{np} \sigma_0 (T_2^4 - T_k^4) F + c_2 t_2 V_2^0 \rho_2^0 \alpha_k, \quad (1)$$

де Q_n^p – нижча теплота згоряння палива, МДж/м³; V_T – витрата палива, м³/Г; ε_{np} – наведена ступінь чорноти між газом і кладкою; T_2 – температура продуктів горіння в робочому просторі ковша, К; T_k – температура на поверхні кладки, К; F – площа футерованої поверхні ковша, включаючи кришку, м²; c_2 – питома теплоємність продуктів горіння при температурі t_2 , Дж/кг·°С; V_2^0 – питома витрата продуктів горіння при нормальних умовах, м³/м³ палива; ρ_2^0 – щільність продуктів горіння при нормальних умовах ($t = 0^\circ\text{C}$, $p = 101,3$ кПа), кг/м³; α_k – коефіцієнт надлишку повітря в ковші, $\alpha_k = \alpha_2 + \Delta\alpha_k$, де α_2 – коефіцієнт надлишку повітря, що подається на паливник, $\Delta\alpha_k$ – коефіцієнт надлишку повітря, яке підмішується в ківш.

Наведена ступінь чорноти визначається як:

$$\varepsilon_{np} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_2} + \frac{1}{\varepsilon_k} - 1}, \quad (2)$$

де $\varepsilon_z = \varepsilon_{CO_2} + \beta\varepsilon_{H_2O} - \Delta\varepsilon_z$ – ступінь чорноти газу при температурі t_z ; ε_k – ступінь чорноти кладки при температурі t_k ; ε_{CO_2} та ε_{H_2O} – ступеня чорноти CO_2 і H_2O , які визначаються за номограмами; $\Delta\varepsilon_z$ – поправка, що враховує взаємопоглинання випромінювань CO_2 і H_2O в обсязі.

Відношення тепла, випромінюваного на кладку, до підведеного тепла визначається як:

$$\eta = \frac{\varepsilon_{np} \sigma_0 (T_z^4 - T_k^4) F}{Q_n^p V_T} 100\% . \quad (3)$$

Коефіцієнт η характеризує частку корисно відданого тепла і може бути критерієм для оцінки ефективності нагріву.

Рівняння (1) і (3), є складовими основами математичної моделі, вирішувалися в середовищі Matlab. Графік режиму сушіння і подальшого нагрівання сталерозливних ковшів представлений на рис. 2.

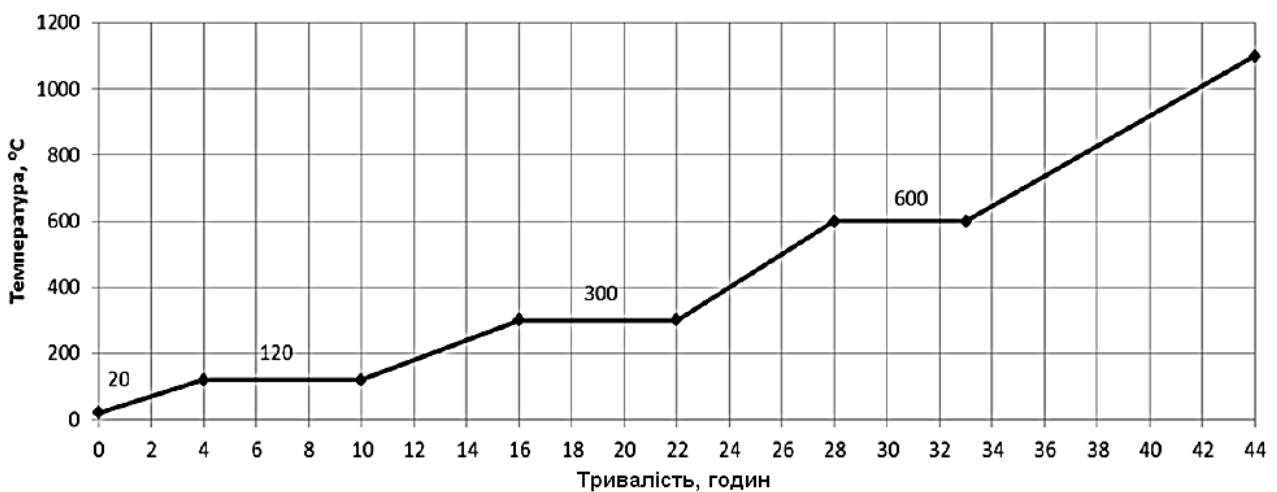


Рис. 2. Графік режиму сушіння і подальшого нагрівання сталерозливних ковшів [6]

Результати розрахунків для декількох режимів коефіцієнта η від коефіцієнта витрати повітря в ковші від максимального на величину $\Delta\eta$ представлені на рис. 3.

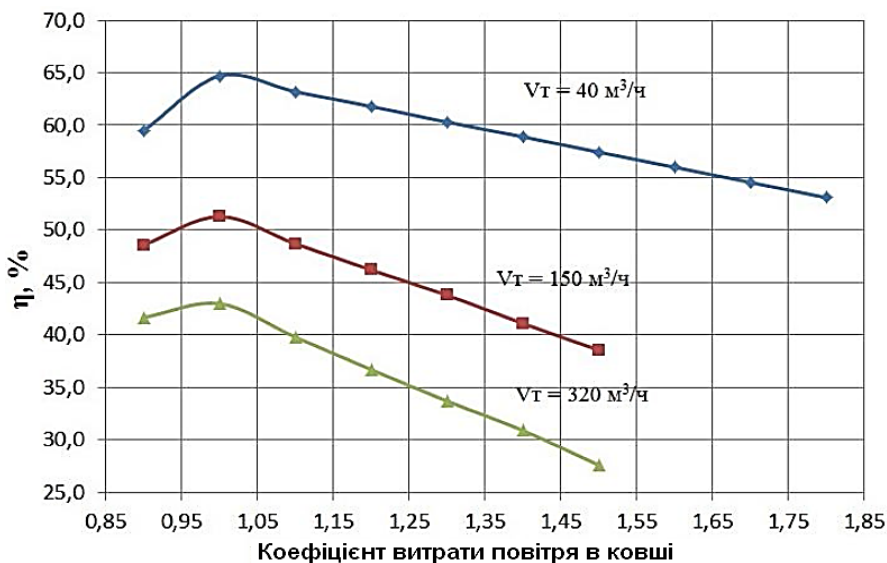


Рис. 3. Залежність коефіцієнта η від коефіцієнта витрати повітря в ковші

Значення $\Delta\eta$ для різних режимів:

- нагрів при $V_T = 320 \text{ м}^3/\text{ч}$ $\Delta\eta = 1 \%$;
- сушка при $V_T = 150 \text{ м}^3/\text{ч}$ $\Delta\eta = 4,5 \%$;
- сушка при $V_T = 40 \text{ м}^3/\text{ч}$ $\Delta\eta = 11,5 \%$.

Середнє значення $\Delta\eta$ для повного циклу сушіння і нагрівання складе приблизно $\Delta\eta = 3\text{--}5 \%$.

Значення η в робочій точці для кожного режиму буде відрізнятися залежність

Таким чином, контролюючи підсосі холодного повітря і підтримуючи коефіцієнт витрати повітря в ковші на рівні 1,05, можна отримати економію природного газу близько 3–5 %. Домогтися цього можна шляхом регулювання розрядження в ковші на мінімально необхідному рівні, достатнього для повного видалення продуктів згоряння.

Розроблена модель дозволяє оцінити втрати тепла, пов'язані з підсосом холодного повітря через зазор між кришкою і обичайкою ковша. Мінімізація підсосів повітря дозволить знизити витрату палива для підігріву сталерозливочного ковша на 3–5 %. Для цього необхідно здійснювати регулювання розрядження в ковші на мінімально необхідному рівні, достатньому для повного видалення продуктів згоряння шляхом регулювання положення кришки промковша.

Регулювання розрядження в ковші можливо досягнути шляхом розробки АСУ гідроприводом позиціонуванням кришки стенду [5]. Для чого здійснено синтез математичної моделі гідроприводу кришки стенду сушки футеровки промковшів, на якій проведено дослідження перехідного процесу на математичній моделі. Дослідження здійснено за допомогою МПП MATLAB. Схема математичної моделі для дослідження перехідного процесу в програмі MATLAB представлена на рисунку 4.

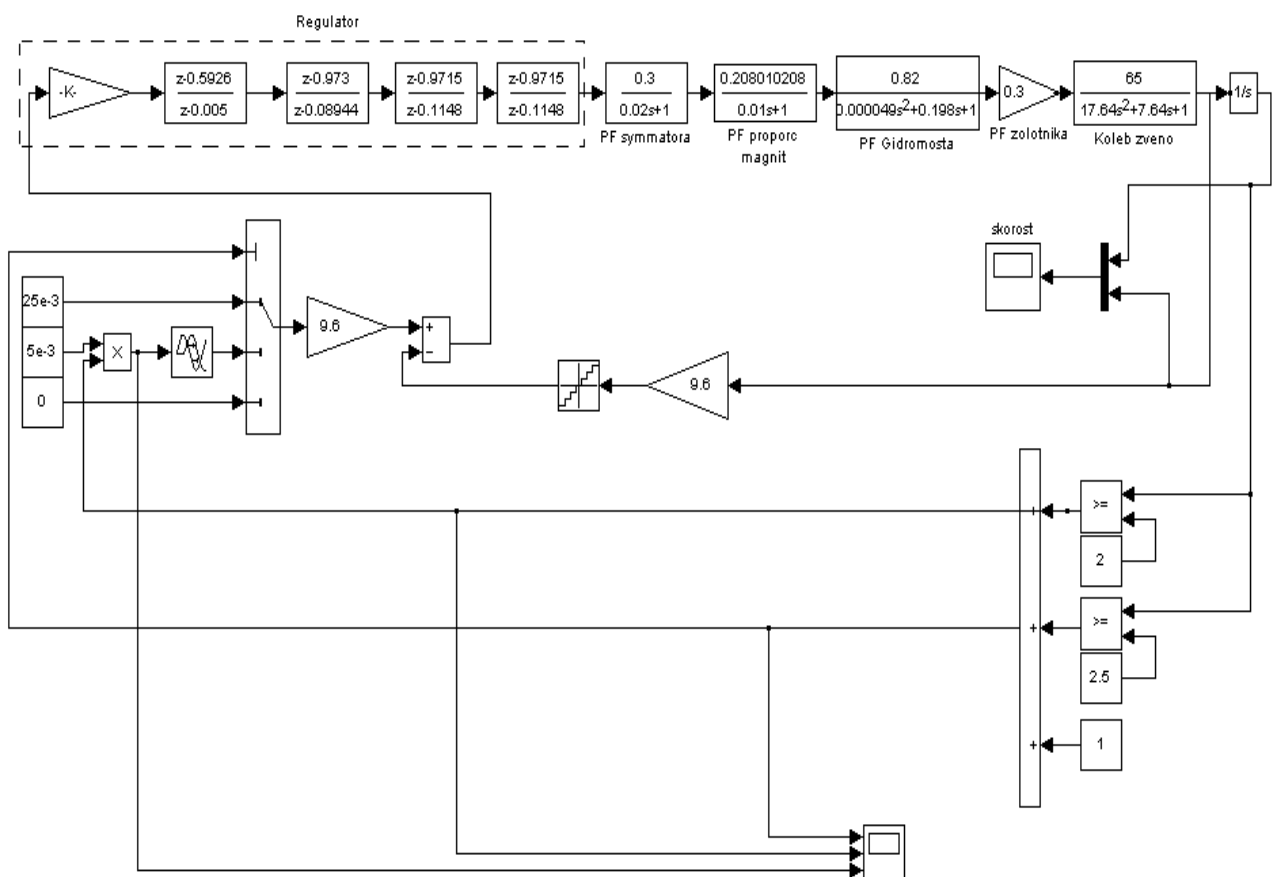


Рис. 4. Структурна схема математичної моделі гідроприводу кришки промковша

Щоб отримати прийнятний перехідний процес, необхідно скоригувати динамічну модель гідроприводу. Для цього синтезовано цифровий регулятор швидкості за допомогою програмного пакета MATLAB.

Передавальна функція цифрового регулятора:

$$W = \frac{3581801,8765(z - 0,9708) \cdot (z - 0,9725) \cdot (z - 0,974)}{z \cdot (z - 0,1736) \cdot (z - 0,096)} \quad (4)$$

Перехідний процес скоригованого регульованого гідроприводу представлений на рисунку 5.

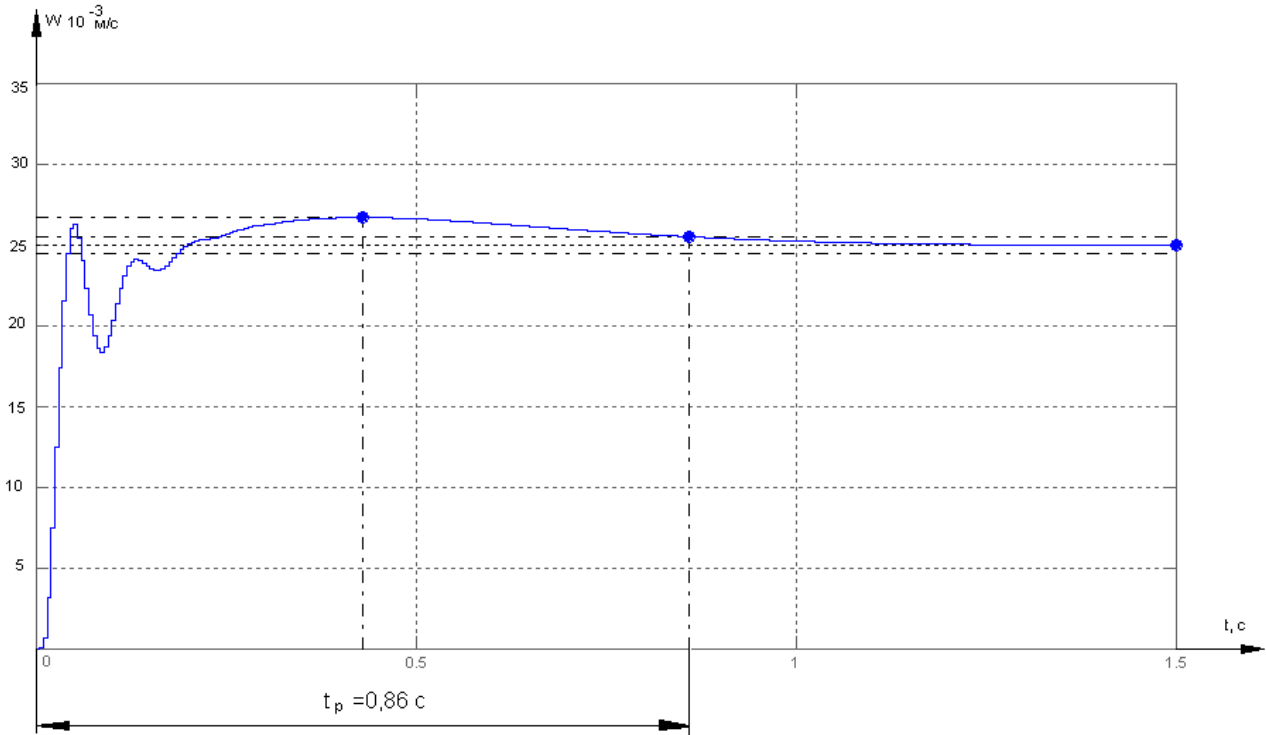


Рис. 5. Перехідний процес скоригованого регульованого гідроприводу при швидкості руху 25 мм/с

Як видно з графіка, представленого на рисунку 7, тривалість перехідного процесу (час за яке система входить в зону 5-ти відсоткової помилки) в системі становить 0,86 с, що не перевищує тривалості перехідного процесу, встановленої в технічному завданні: $t_p = 0,86 \text{ с} \leq t_s = 0,9 \text{ с}$.

Перерегулювання становить:

$$\delta = \frac{(26,7) \cdot 10^{-3}}{25 \cdot 10^{-3}} \cdot 100\% = 6,8\% \quad (5)$$

Допустиме перерегулювання 7 %, таким чином, отриманий результат задовольняє допустимому.

Статична помилка зі швидкості дорівнює 0,2 %, що задовольняє допустимій значенням помилки.

При практичній реалізації гідроприводом позиціонування кришки стенду сушки футеровки промковшів запропонована автоматизована система управління приводом переміщення кришки стенду сушки пром. ківш. Система управління необхідна для автоматизації описаного процесу й побудована на базі комплектів технічних засобів автоматизації фірми Siemens Simatic S7-300. Спрощена структура системи автоматизації для даного процесу представлена на рисунку 6.

На підставі розробленої структурної схеми і вибраних засобах автоматизації Simatic S7-300 здійснено конфігурацію отриманої системи. Так як система управління розроблена в двоканальному виконанні, то керуючі сигнали з кожного із каналів контролера надходить на провідний контролер, де порівнюється їх ідентичність і приймаються необхідні рішення для подальшої роботи.

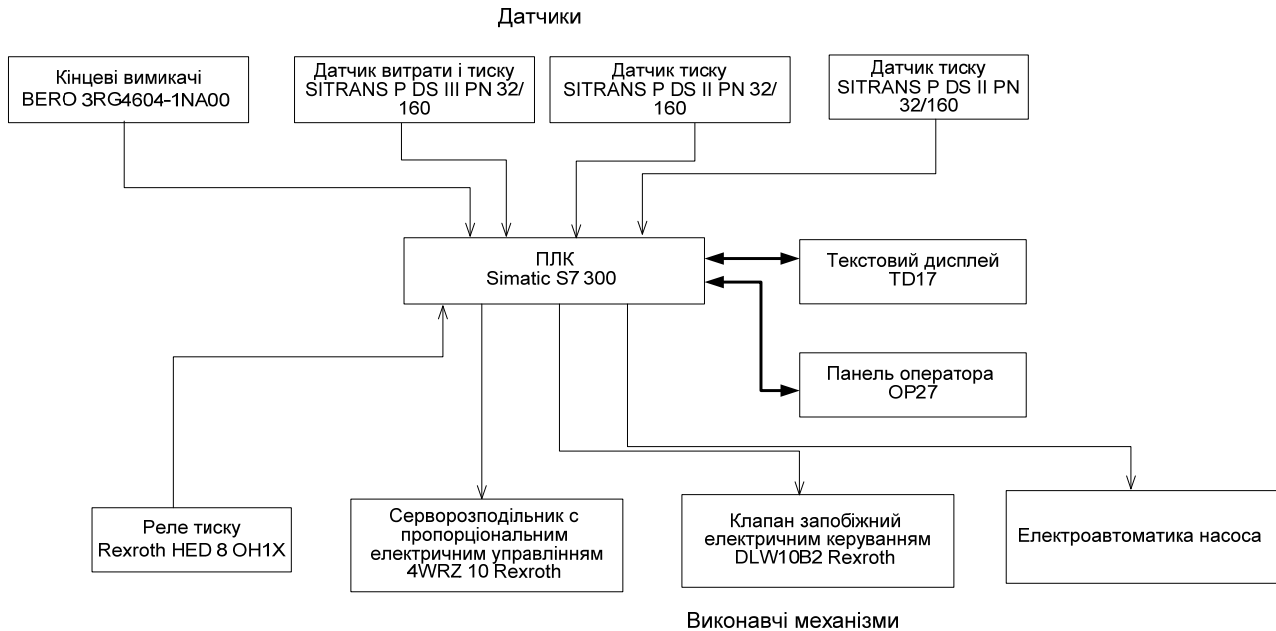


Рис. 6. Структурна схема системи управління гідросистемою переміщення кришки стану

ВИСНОВКИ

За результатами досліджень сформульовані наступні висновки:

- 1) дослідження особливостей технологічного процесу сушки футеровки пром. ковша, встановлення параметрів процесу керування;
- 2) удосконалена математична модель і алгоритму зменшення підсмоктування повітря та автоматизованого керування позиціонуванням кришки;
- 3) створена автоматизована система керування режимом конвекційного теплообміну при сушки футеровки пром. ковша шляхом регулювання підсмоктування повітря через кришку стану;
- 4) розроблена структура і алгоритм функціонування автоматизованої системи керування позиціонуванням кришки вертикального стану сушки пром. Ковша.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Семахин В. В., Вяльшина Л. Е. Оптимизация сушки и высокотемпературного нагрева футеровки сталеразливочных ковшей. *Металлург.* 2004. № 6. С. 58–59.
2. Бейцун С. В., Михайловский Н. В., Мурдий В. Ю. Исследование на компьютерной модели разогрева сталеразливочных ковшей. *Вісник Приазовського державного технічного університету.* 2015. Вип. 30. Т. 1. С. 106–111. (Серія: Технічні науки).
3. Zhen-Xiang Gong and Arun S. Mujumdar. Development of Drying Schedules for One-Side-Heating Drying of Refractory Concrete Slab Based on Finite Element Model. *Journal of the American Ceramic Society.* 1996. Vol. 79, № 6. P. 1649–1658.
4. Романько Я. В., Решетняк С. И. Модель тепловой подготовки промежуточного ковша. *Металлургическая теплотехника* : сб. научных трудов НМетАУ. Днепропетровск, 2007. С. 237–245.
5. В. Переходченко [и др.]. Автоматизированная система управления стандом вертикальной сушки ковшей. *Современные технологии автоматизации.* 2006. № 3. С. 32–36.
6. Б.С. Чайкин [и др.]. Современные установки для сушки и высокотемпературного нагрева ковшей. *Электрометаллургия.* 2006. № 4. С. 37–42.

УДК 681.5:629.3

Мокрушин Д. С. (АВП-19-2м)

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ КОНВЕЄРУ
ЗАВАНТАЖЕННЯ СУШИЛЬНОГО БАРАБАНА

У статті вирішено актуальне науково-технічне завдання дослідження процесу керування електроприводом конвеєру завантаженням сушильного барабану в перехідних режимах. Проведено дослідження особливостей технологічного процесу регулювання швидкості електроприводу, встановлення параметрів процесу керування. Розроблена математична модель електромеханічної системи ПЧ – АД – конвеєр. Удосконалена математична модель і алгоритм регулювання частотного регулювання швидкості електроприводу. Запропонована практична реалізація автоматизована система керування швидкістю обертання електроприводу. Розроблена структура і алгоритм функціонування автоматизованої системи управління сушильним барабаном.

In the article the actual scientific and technical task of research of process of management of the electric drive of the conveyor by loading of a drying drum in transient modes is solved. A study of the features of the technological process of speed control of the electric drive, setting the parameters of the control process. A mathematical model of the electro-mechanical system IF - AD - conveyor has been developed. Improved mathematical model and algorithm for frequency control of electric drive speed. The practical implementation of the automated speed control system of the electric drive is offered. The structure and algorithm of functioning of the automated control system of a drying drum are developed.

Розвиток виробництва будівельної індустрії нерозривно пов'язане зі збільшенням попиту на продукцію при одночасному підвищенні вимог до якості товару. Зважаючи на це, прагнення модернізувати діючі виробництва і знизити собівартість товару сприяє розвитку виробництва цементу. Одним із способів зменшення собівартості продукції є скорочення найбільш істотних статей витрат на виробництво, тому з науково-практичної точки зору найбільший інтерес представляють енергоємні процеси [1].

Одним з таких технологічних процесів в цементній промисловості є сушка в барабанних сушарках, на режим якої впливає безліч факторів, які по-різному впливають на енерговитрати. Оскільки на випаровування рідини витрачається значна кількість теплоти, відповідно, потрібні значні енерговитрати, то проблема оцінки роботи існуючого обладнання та вибору режиму сушіння, що забезпечує підвищення ефективності використання сушильної установки, є актуальним завданням [2, 3].

У зв'язку з цим розробка механізмів регулювання швидкості обертання сушильного барабана, а також алгоритмів управління є актуальною науково-технічною задачею.

Мета дослідження – зниження енерговитрат та підвищення ефективності процесу завантаження цементоутворюючих матеріалів у сушильний барабан завдяки впровадження автоматизованої системи керування електроприводом конвеєру.

Об'єкт дослідження. Процес керування електроприводом конвеєру завантаження сушильного барабану в перехідних режимах пуску, стопоріння і завантаження.

У цементній промисловості для сушіння добавок (доменний шлак, опока, і ін.), що вводяться в цемент, в основному застосовують сушильні барабани. У зв'язку з фізичними властивостями добавок для їх сушки застосовують сушильні барабани прямооточного типу, тобто такі, в яких топкові гази і висушуваний матеріал рухаються в одному напрямку [4, 5]. Схема автоматизації процесу завантаження сушильного барабану наведена на рисунку 1.

Математичні моделі сушильного барабана будуються на основі визначальних рівнянь, що протікають в них фізичних процесів, а їх достовірність – від прийнятих у вихідних рівняннях припущень.

Регулювання швидкості стрічки конвеєру здійснюється частотно-регульованим електроприводом, тобто АСУ електроприводом сушильного барабану структурно має слідуєчі послідовні елементи: ПЧ-АД, як приводна система обертання та сушильний барабан як об'єкт управління.

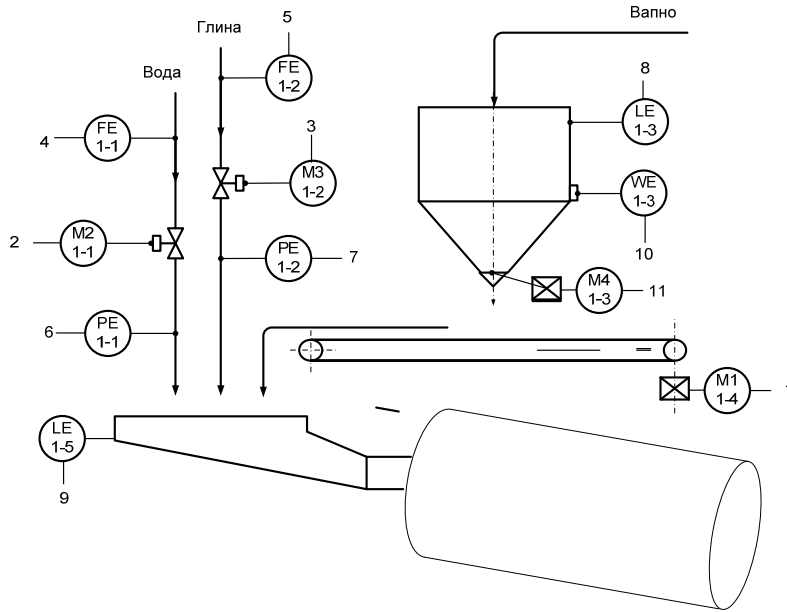


Рис. 1. Схема автоматизації процесу сушіння в сушильному барабані

Структурна схема системи ПЧ-АД з зворотним зв'язком за швидкістю має вигляд, як представлено на рисунку 2.

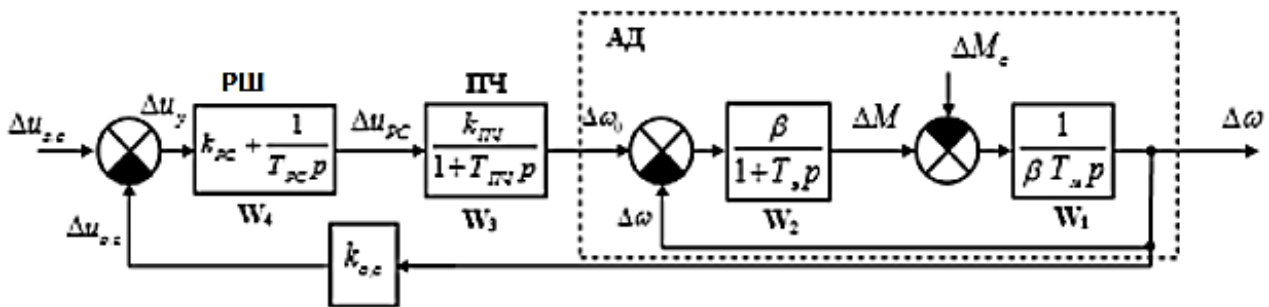


Рис. 2. Структурна схема системи ПЧ-АД зворотним зв'язком за швидкістю

Математичний опис модель ПЧ-АД зі зворотним зв'язком за швидкістю – має вигляд [6].

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d\Delta\omega}{dt} = \frac{1}{\beta T_m p} (\Delta M - \Delta M_c); \\ T_e \frac{d\Delta M}{dt} + \Delta M = \beta (\Delta\omega_0 - \Delta\omega); \\ T_{пч} \frac{d\Delta\omega_0}{dt} + \Delta\omega_0 = K_{пч} \Delta U_{пу}; \\ T_{пу} \frac{d\Delta U_{пу}}{dt} = \Delta U_y - \frac{d\Delta\omega_0}{dt} K_{пу} T_{пу} K_{33} - K_{пу} T_{пу} K_{33} \Delta\omega; \\ T_n \frac{dz}{dt} + z = h_0 \omega^2 + b\omega. \end{array} \right. \quad (1)$$

Для синтезу передавальних функцій здійснено запис систему рівнянь у формі Коші

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = \frac{1}{\beta T_m p} (x_2 - A); \\ \frac{dx_3}{dt} = \frac{\beta}{T_g} x_3 - \frac{\beta}{T_e} x_1 - \frac{1}{T_g} x_2; \\ \frac{dx_4}{dt} = \frac{K_{пч}}{T_{пч}} x_4 - \frac{1}{T_{пч}} x_3; \\ \frac{dx_5}{dt} = \left(\frac{2h_0 x_0}{T_n} + \frac{b}{T_n} \right) x_1 + \frac{1}{T_n} x_5. \end{cases}, \quad (2)$$

де $x_1 = \Delta\omega$; $x_2 = \Delta M$; $x_3 = \Delta\omega_0$; $x_4 = \Delta U_{pc}$; x_0 – коефіцієнт лінеаризації змінної ω^2

На основі рівнянь 2 синтезована математична модель системи ПЧ-АД – конверсер, яка зображена на структурній схемі рисунка 3.

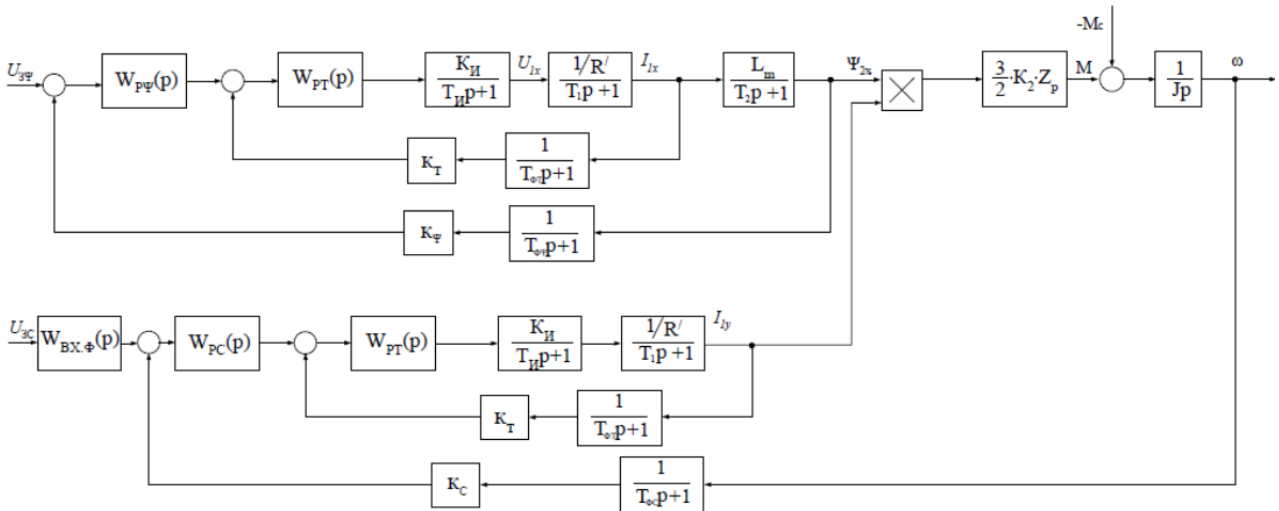


Рис. 3. Структурна схема математичної моделі електромеханічної системи ПЧ-АД – конверсер

Проведено синтез регуляторів струму, поточкозчеплення та швидкості системи управління електроприводом з використанням принципу модального оптимуму [7]. Передаточні функцій синтезованих регуляторів мають вигляд:

– Контуру струму:

$$W_{pc}(p) = K_{pc} \frac{T_{pc} p + 1}{T_{pc} p}, \quad (3)$$

де $T_{pc} = T_1$ – постійна часу регулятора струму, с; $K_{pc} = \frac{T_1 R'}{K_u K_c a_c T_{\mu c}}$ – коефіцієнт поси-

лення регулятора; $K_{cx} = \frac{U_{zc,max}}{I_{en,max}}$ – коефіцієнт зворотного зв'язку по струму, В/А; a_m – коефі-

цієнт оптимізації контуру струму по модальному оптимуму.

– Контур поточкозчеплення:

$$W_{p\psi}(p) = K_{p\psi} \frac{T_{p\psi} p + 1}{T_{p\psi} p}, \quad (4)$$

де $K_{p\psi} = \frac{K_c T_2}{2K_\psi L_m T_{\mu\psi}}$ – коефіцієнт посилення регулятора потокозчеплення;

$T_{p\psi} = a_m T_{\mu m} + T_\phi$ – постійна часу регулятора потокозчеплення, с.

На вхід контуру потокозчеплення встановлюється фільтр:

$$W_{BX.\phi}(p) = \frac{1}{T_{\phi\psi} p + 1}, \quad (5)$$

– Контур швидкості:

$$W_{p\omega}(p) = K_{p\omega} \frac{T_{p\omega} p + 1}{T_{p\omega} p}, \quad (6)$$

де $K_{p\omega} = \frac{2K_c J_\omega}{6K_2 Z_p K_{\omega u} \Psi_{2x} T_{\mu\omega}}$ – коефіцієнт посилення регулятора швидкості;

$T_{\mu\omega} = a_m T_{\mu c} + T_{\phi c}$ – постійна часу контуру швидкості. $K_{\omega u} = \frac{U_{3c.макс}}{\omega_{макс}}$ – коефіцієнт зворотного зв'язку по швидкості;

$T_{p\omega} = \theta_c \cdot a_m T_{\mu\omega}$ – постійна часу регулятора швидкості, с.

На вхід контуру швидкості встановлюється фільтр:

$$W_{BX.\phi}(p) = \frac{1}{(4T_{\mu\omega} + T_{\phi\omega})p + 1}. \quad (7)$$

На підставі математичного опису (1–7) та структурної схеми (рис. 2) побудована імітаційна модель ПЧ-АД – стрічковий конвеєр, яка наведена на рисунку 4.

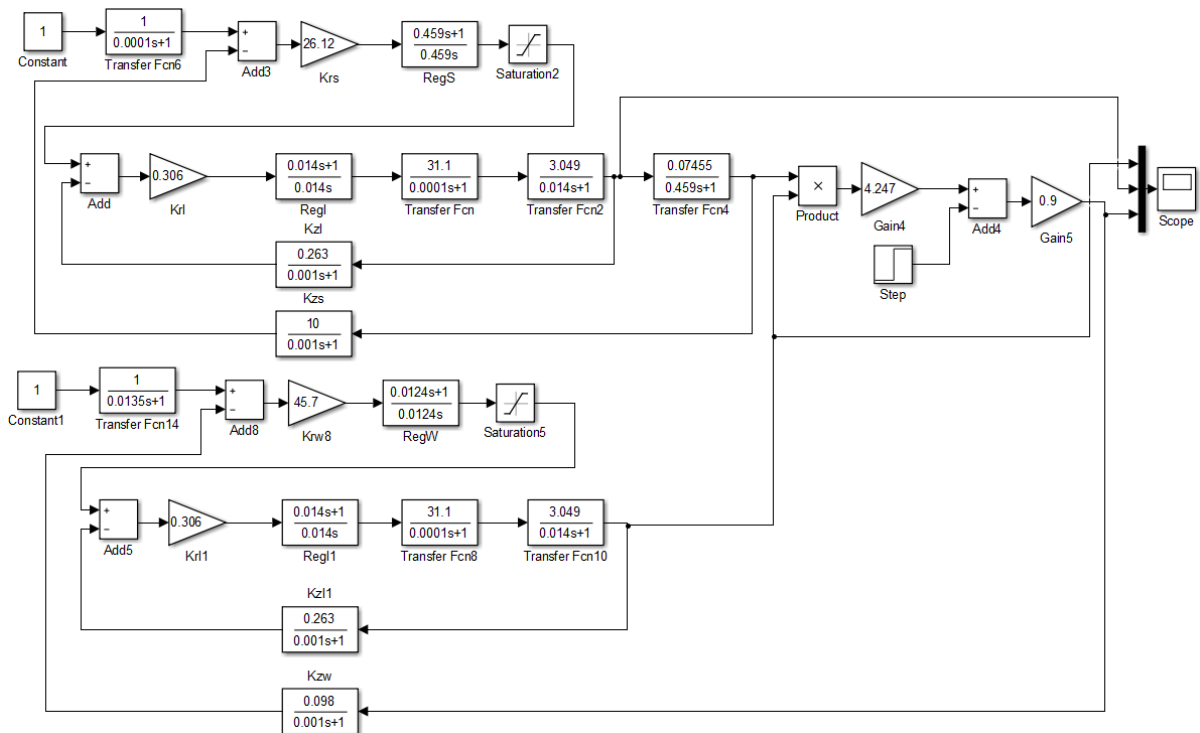


Рис. 4. Імітаційна модель ПЧ-АД-конвеєр в МПП MatLab

Результати перехідних процесів при моделюванні контуру швидкості, при відпрацюванні ступеневої вхідного впливу $U_{зм} = 0,1В$, представлені у вигляді характеристики $\omega(t)$ на рисунку 5.

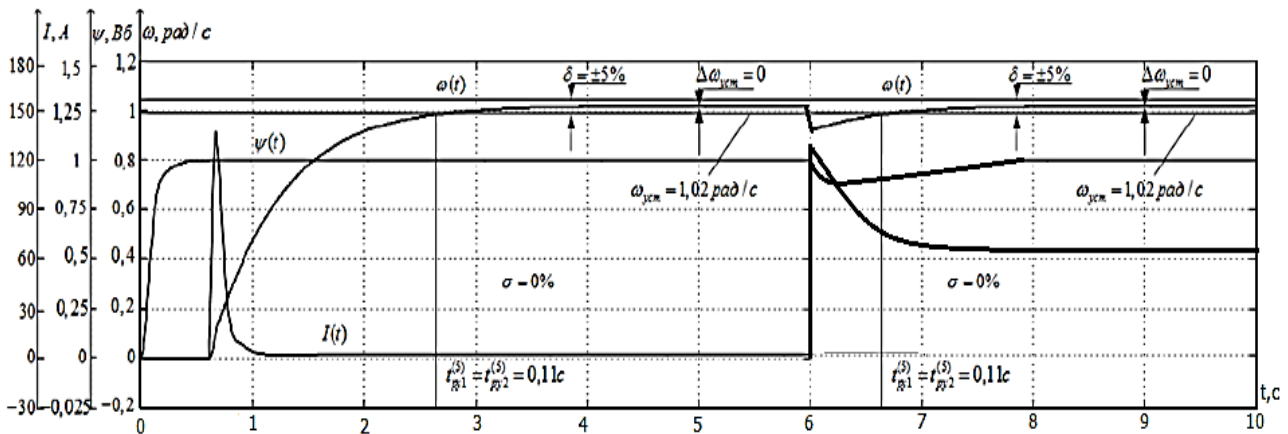


Рис. 5. Перехідні процеси $\Psi(t)$, $I(t)$ та $\omega(t)$ контуру швидкості при пуску на холостому ходу та накладенні навантаження

Розроблену математичну модель доцільно використовувати для адаптації алгоритму регулювання швидкості обертання стрічкового конвеєру завантаження сушильного барабану сипучими матеріалами до заданих змінних умов експлуатації, тобто коливання моменту при завантаженні.

ВИСНОВКИ

Проведено дослідження особливостей технологічного процесу регулювання швидкості електроприводу, встановлення параметрів процесу керування.

Розроблена математична модель електромеханічної системи ПЧ – АД - конвеєр;

Удосконалена математична модель і алгоритм регулювання частотного регулювання швидкості електроприводу.

Створена автоматизована система керування швидкістю обертання електроприводу конвеєру.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Баранцева Е. А., Мизонов В. Е., Хохлова Ю. В. Процессы смешивания сыпучих материалов: моделирование, оптимизация, расчет. Иваново : ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина», 2008. 116 с.
2. Демин О. В. Смолин О. Д., Першин В. Ф. Интенсификация смешивания сыпучих материалов в лопастном смесителе. *Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология*. 2012. Т. 55. № 8. С. 108–111.
3. Демин О. В. Смолин О. Д., Першин В. Ф. Оперативное управление процессом смешивания. *Вопросы современной науки и практики*. Ун-т им. В. И. Вернадского. 2012. № 4. С. 356–366.
4. Демин О. В., Першин В. Ф., Свиридов М. М. Управление технологическим процессом в одновальном лопастном смесителе. *Химическое и нефтегазовое машиностроение*. 2009. № 7. С. 16–17.
5. Ди Дженнаро А. И., Першина С. В., Першин В. Ф. Определение коэффициента внутреннего трения сыпучих материалов при различных значениях плотности. *Вопросы современной науки и практики*. Ун-т им. В. И. Вернадского. 2011. № 3. С. 366–368.
6. Москаленко В. В. Электрический привод. Москва : Мастерство: Высшая школа, 2000. 368 с., ил.
7. Куропаткин П. В. Теория автоматического управления. Нач. пос. для электротехнических специальностей. Москва : Вища школа, 1973. 528 с.

Стаття надійшла до редакції 14.12.2020 р.

УДК 681.5:621

Назаренко Д. Є. (АВП-19-2м)

РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ГОЛОВНОГО РУХУ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА МОДЕЛІ 1К670Ф3

Робота присвячена модернізації системи автоматизації токарного верстату моделі 1К670Ф3 з метою підвищення його надійності. Об'єктом модернізації є автоматизована система керування електроприводом механізму головного руху. Приводиться аналіз технологічного процесу обробки деталі, на підставі якого проведений критичний аналіз існуючої системи управління головним приводом верстата і визначені задачі на проектування. Також проведено розробку схеми модернізації системи керування і виконавчих приводів токарного верстата. Вибрана система ЧПК SIEMENS. Проведене моделювання системи керування електроприводом механізму головного руху верстату.

Work is devoted to the modernization of the automation system of the lathe model 1K670Ф3 in order to increase its reliability. The object of modernization is the automated control system for the electric drive of the main movement mechanism. An analysis of the technological process of processing a part is given, on the basis of which a critical analysis of the existing control system of the main drive of the machine is carried out. Also the work contains the development of a scheme for modernizing the control system and actuator drives of the lathe. Selected CNC system SIEMENS. The modeling of the control system of the electric drive of the mechanism of the main movement of the machine is carried out.

Актуальність. До сучасних металообробних верстатів пред'являються наступні основні вимоги: велика продуктивність при дотриманні достатньої точності і розмірів, а також чистота поверхні оброблюваних на верстаті виробів; простота і легкість обслуговування; низька первинна вартість і невеликі експлуатаційні витрати; простота виготовлення, збирання та обслуговування окремих вузлів верстата і електроустаткування.

Сучасний електропривод розвивається і удосконалюється в наступних напрямках: підвищення швидкостей обертання шпинделю; діапазон регулювання швидкості електродвигунів розширюється до декількох тисяч; скорочення числа електромеханічних реле і пристроїв, застосування напівпровідникових приладів і мікросхем, пристроїв цифрового програмного управління [1].

Застосування частотного перетворювача не тільки оптимізує енергопостачання, але й збільшить тривалість життя двигуна. Використання частотних перетворювачів зменшить збитки підприємству. Отже, в даній роботі вирішується актуальне завдання модернізації системи управління токарного верстату моделі 1К670Ф3 шляхом розробки системи автоматичного керування приводом головного руху верстата [2].

Предмет дослідження. Система керування електроприводом головного руху верстата.

Мета дослідження – підвищення надійності токарного верстату моделі 1К670Ф3 шляхом дослідження і розробки системи керування електроприводом головного руху.

В якості об'єкта управління обраний важкий токарний верстат (універсальний) з програмним управлінням 1К670Ф3 призначений для обробки у програмному режимі деталей типу тіл обертання з складною конфігурацією.

Базова система управління верстатом 1К670Ф3 ґрунтується на використанні системи ЧПУ CNC–H–645. За допомогою системи відбувається зміна ріжучого інструмента, зміна режимів двигунів верстата та інші операції. Управління приводами в ручному режимі – дистанційне, кнопкове; в напівавтоматичному – відповідно до циклом, запрограмованим у пам'яті контролера, при цьому завантаження верстата від кнопок, а обробка заготовки в напівавтоматичному режимі.

Аналіз базової системи керування верстатом та його конструкції дав змогу поставити вимоги до нової системи керування: виконати розрахунок і пояснити вибір електродвигуна приводу головного руху; виконати теоретичні дослідження роботи верстата на застосованих режимах різання; розробити систему управління приводом головного руху; розробити та дослідити модель системи управління приводом головного руху; розробити алгоритмічне та програмне забезпечення для створення інтегрованої схеми управління.

Таким чином проведений аналіз існуючих і перспективних систем ефективного керування електроприводами верстатів. Застарілі системи знижують продуктивність, вимагають періодичного кваліфікованого ремонту і технічного обслуговування. Крім того, виникає проблема інтеграції верстатів з ЧПУ в сучасні автоматизовані системи управління виробництвом.

Для отримання високого рівня керування електроприводом в сталому й перехідному режимі (режим пуску та накиду розвантаження) в великому діапазоні регулювання швидкості застосовується система векторного керування.

Варто використовувати програмований контролер SIMATIC S7-300 виробництва фірми SIEMENS [3]. Як комплексний показник надійності (враховує безвідмовність і ремонтпридатність) повинен використовуватися коефіцієнт готовності, що визначає ймовірність працездатності системи в довільно обраний момент часу відповідно до режиму роботи об'єкта управління. Коефіцієнт готовності для системи в цілому повинен скласти: 0,995 – для автоматичного режиму (з урахуванням надійності датчиків); 0,998 – для автоматичного режиму (без урахування надійності датчиків); 0,998 – для ручного режиму.

Підвищення продуктивності верстатів досягається підвищенням режимів різання, застосуванням нової прогресивної технології із зменшенням неробочого для інструменту часу. Дослідження на заводах з одиничним і серійним характером виробництва показали, що обробка деталей займає лише 5 % загального часу від запуску деталей у виробництво до закінчення їх виготовлення.

Гнучкість устаткування характеризується двома показниками – універсальністю і переналагоджуваністю. Універсальність системи управління дозволяє в подальшому розширювати функціональні можливості базової системи, створювати і застосовувати адаптивні засоби управління.

Інтегральним показником якості проекту приймається економічна ефективність запропонованого варіанту.

Розрахунок та дослідження системи автоматичного керування привода головного руху верстата зроблені для побудови моделі та перехідних процесів у середовищі MatLab.

На рисунку 1 приведена схема математичної моделі синхронного двигуна в середовищі Simulink пакета Matlab.

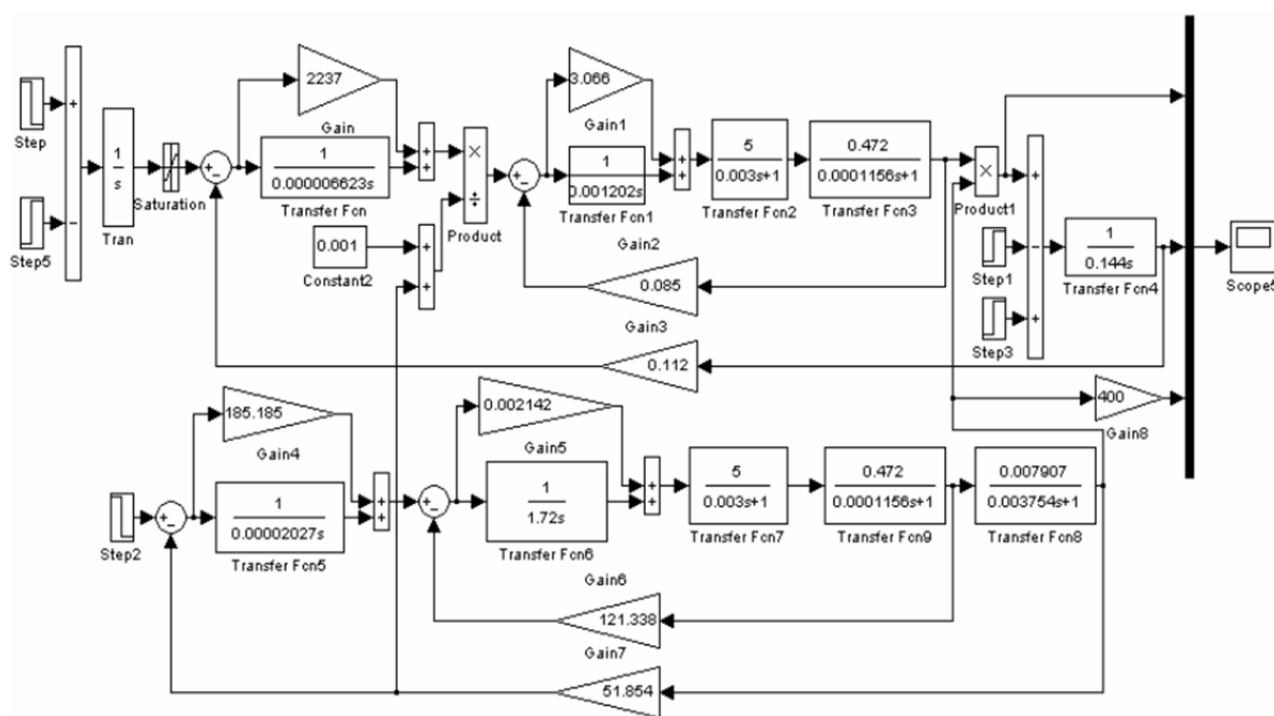


Рис. 1. Модель синхронного двигуна в середовищі Simulink Matlab

Після визначення структурних схем окремих ланок, складається структурна схема повної електромеханічної системи, що дає наочне уявлення про окремі ланки і процеси, що проходять всередині – внутрішніх змінних, що дозволяє досягти найкращого рішення при оптимізації параметрів.

Оцінка статичних і динамічних властивостей системи регулювання швидкості виробляється під час пуску, набирання, скидання навантаження і гальмування для номінального, мінімального і максимального завдання швидкості у всіх зонах регулювання.

На рисунку 2 наведені отримані при роботі системи керування осцилограми перехідних процесів.

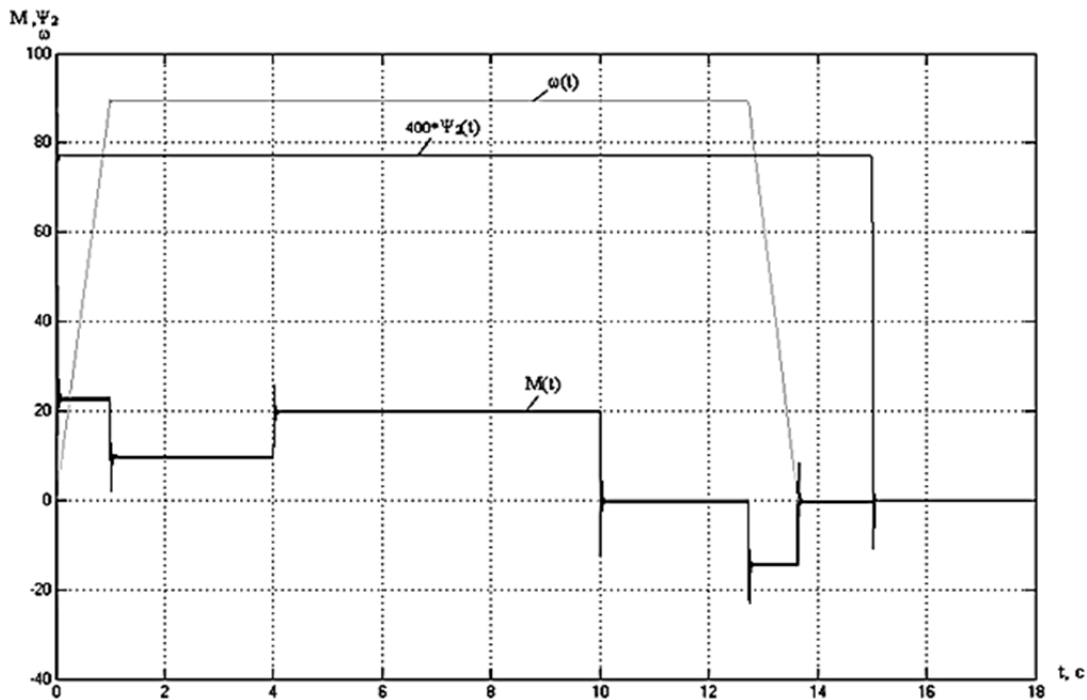


Рис. 2. Осцилограми перехідних процесів

Графіки зміни швидкості ω , моменту M , потокозчеплення Ψ_2 , під час пуску, набирання навантаження, скидання навантаження і гальмування електроприводу при номінальному сигналі завдання швидкості мають задовільний вигляд.

Перерегулювання в системі керування відсутнє, маються миттєві сплески енергії при переключенні режимів, що в цілому свідчить про достатню якість системи та коректність проведених розрахунків.

Для конфігурації САК була застосована програма конфігурації NCS configuration. Вибір системи ЧПК та вікно конфігуратора представлені на рисунку 3.

Конфігуратор являє собою зручну й універсальну конфігураційну програму для формування комплектної пропозиції як на системи ЧПК SINUMERIK 810D Powerline, 840D Powerline, 802D, 840Di, 802S/C/D baseline так і для конфігурування приводної частини на основі техніки SIMODRIVE 611 й є зручним інструментом для швидкого проектування.

Для здійснення керування верстатом використовується панель оператора. Вона складається з пульта керування й безпосередньо самого дисплея з функціональними клавішами. Конфігуратор дозволяє вибрати панель оператора, модуль людино-машинного інтерфейсу PCU (промисловий комп'ютер), верстатну або ПК клавіатуру, USB порт.

Панель оператора OP12 виконує функцію зв'язку самого оператора й САК. Також, на панелі оператора, виводяться поточні значення параметрів верстату (число обертів шпинделя, установлені й фактичні подачі, положення супорта щодо нуля, робочі області верстата, виконувана програма, тощо).

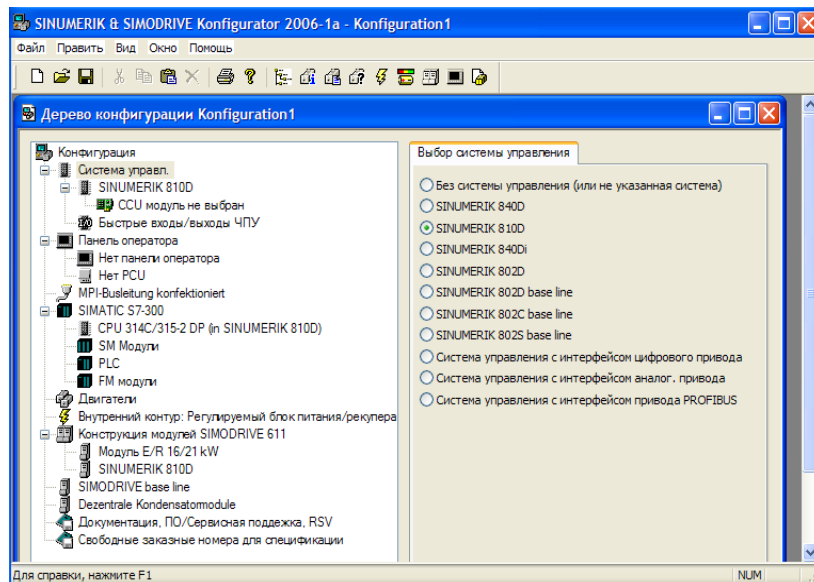


Рис. 3. Вибір системи ЧПК

Для керування електроустаткуванням використовується модуль контролера SIMATIC S7-300.

Система керування периферією включає у свій состав: модуль блоку живлення (PS): використовується для підключення SIMATIC S7-300 до джерел живлення $\sim 120/230$ В; сигнальні модулі (SM): для вводу - виводу дискретних та аналогових сигналів; функціональний модуль (FM); інтерфейсний модуль (IM).

Сигнальні модулі підключаються до внутрішньої шини контролера через рознімання монтажної стійки. Операції заміни модулів можуть виконуватися без відключення живлення контролера. Більшість параметрів сигнальних модулів настроюється програмним шляхом за допомогою утиліти Hardware Configuration пакета STEP 7. Ця утиліта дозволяє встановлювати часи фільтрації вхідних дискретних сигналів, діапазони виміру вхідних аналогових величин, параметри аналого-цифрового перетворення, підтримку переривань, активізувати діагностичні функції й інші операції.

Модулі вводу дискретних сигналів SM 321 призначені для перетворення вхідних дискретних сигналів контролера в його внутрішні логічні сигнали. До входів модулів можуть підключатися контактні датчики, а також безконтактні датчики BERO.

Модулі виводу дискретних сигналів SM 322 призначені для перетворення внутрішніх логічних сигналів контролера в його вихідні дискретні сигнали. До виходів модулів можуть підключатися соленоїдні вентилі, реле, контактори, сигнальні лампи, невеликі двигуни та інші обладнання.

Модулі вводу аналогових сигналів SM 331 призначені для аналого-цифрового перетворення вхідних аналогових сигналів контролера й формування цифрових величин, використовуваних центральним процесором у процесі виконання програми. До входів модулів можуть підключатися датчики з уніфікованими вихідними електричними сигналами напруги або сили струму, терморпари, термометри опору.

Блоки живлення призначені для живлення модулів контролера напругами $= 5$ В та $= 24$ В. Живлення до модулів підводиться по внутрішній шині контролера. На вхід модулів PS 307 подається напруга $\sim 120/230$ В. PS 307 (6ES7407-0RA01-0AA0) дозволяє підключати до свого виходу не тільки PLC, але й подавати живлення на датчики й приводи.

Для зовнішнього живлення модулів PLC вибираємо стабілізоване джерело живлення SITOP 20A (6EP1436-3BA00), а для живлення входів/виходів SITOP 10A (6EP1437-3BA00).

Для керування приводами використовується SIMODRIVE 611. Цей модуль містить наступні модулі: модуль живлення рекуперації; цифрові плати керування SIMODRIVE 611; цифрові плати керування SINUMERIK 810D.

Розгорнута структура системи керування верстатом представлена на рисунку 4.

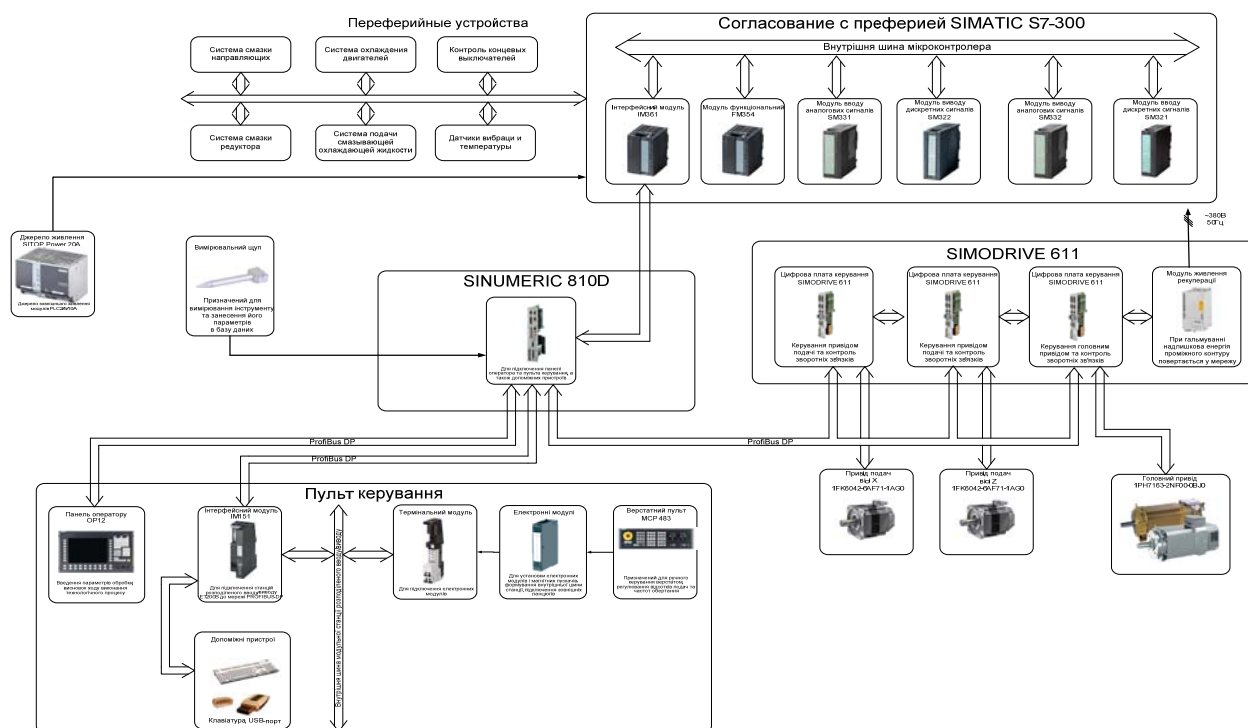


Рис. 4. Структурна схема САК

Шина керування приєднується на цифрову плату керування SINUMERIK 810D за допомогою шини PROFIBUS. Із двигунів зворотні зв'язки підключаються до відповідних цифрових плат керування SIMODRIVE 611. Для передачі обертового руху із двигуна подачі на вал як проміжна ланка використовується планетарний редуктор. Для передачі обертового руху з головного приводу на планшайбу, використовується циклоїдальний редуктор.

Для керування приводом головного руху використовується одноосьовий силовий модуль 6SN1123-1AA00-0CA1 з параметрами: номінальний струм - 450А; максимальний струм 500 А.

Розроблено алгоритмічне забезпечення для системи керування електроприводом та системи керування верстатом в цілому.

ВИСНОВКИ

Таким чином, в результаті аналізу обладнання були встановлені переваги і недоліки. Стара система має низьку продуктивність і порівняно невисоку точність. Вона застаріла морально і фізично, мала високе енергоспоживання. У зв'язку із застарілим обладнанням та сучасними вимогами до автоматизації виробництва більш доцільно замінити на сучасну систему, яка буде задовольняти всім вимогам технологічного процесу і мати високі економічні показники.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Клименко Г. П., Суботін О. В. Управление процессом эксплуатации инструмента при обработке деталей на тяжелых станках. *Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем*. Краматорськ, 2015. Вип. № 37. С. 88–92.
2. Плахтина О. Г., Мазепа С. С., Куцик А. С. Частотно-кервані асинхронні та синхронні електроприводи: навч. посібник. Львів: Вид-во Нац. ун-ту "Львівська політехніка", 2002. 227 с.
3. Каталог CA01. Редакція 01/01, Версія 11.0.134. © Siemens Номер: E86060-D4001-A110-B3-7600.

Стаття надійшла до редакції 20.11.2020 р.

УДК 621.314.263

Пружняк М. М. (АВП-17-1)

РОЗРОБКА ОСЦИЛЯТОРА ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ МІКРОПЛАЗМОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

В роботі виконано розробку осцилятора джерела живлення імпульсної установки для локальної термічної обробки, нанесення покриттів, наплавлення, зварювання. При розробці використовувалися системний аналіз і моделювання.

The oscillator of the power supply of the pulse installation for local heat treatment, applied coatings, surfacing, welding is developed in the work. System analysis and modeling were used in the development.

Дана розробка є актуальною, тому що імпульсні електродугові процеси використовуються в технологіях нанесення покриттів, термообробці, зварюванні і наплавленні є енерго-і ресурсозберігаючі.

Протікання процесу зварювання чи термообробки може бути не стабільним, так як більшість металів має стійку, товсту оксидну плівку (наприклад, на алюмінію). Вона не дає можливості електродові сформувати електричну зварюючу дугу. Або ж на шляху формування шву трапилися нерівності на металі, які також заважають майбутньому протіканню електричного зварюючого струму. Ці непередбачувані проблеми вирішує пристрій під назвою осцилятор. Осцилятор – іскровий генератор височастотних і високовольтних коливань малої потужності. У випадках, наведених вище, спрощує запалювання електричної дуги висока напруга на електроді, яка руйнує оксидну плівку металу та може пробивати повітряні проміжки між електродом та деталлю.

Метою роботи є розробка осцилятора джерела живлення імпульсної установки для мікроплазмового зварювання.

Основою осцилятора є зворотньоходовий трансформатор. Перевага цього трансформатора перед прямоходовим, у використанні меншої кількості компонентів і вищого ККД (до 95 %) в категорії потужності до 60 Вт. На рисунку 1 показана електрична схема осцилятора на базі зворотньоходового трансформатора [1].

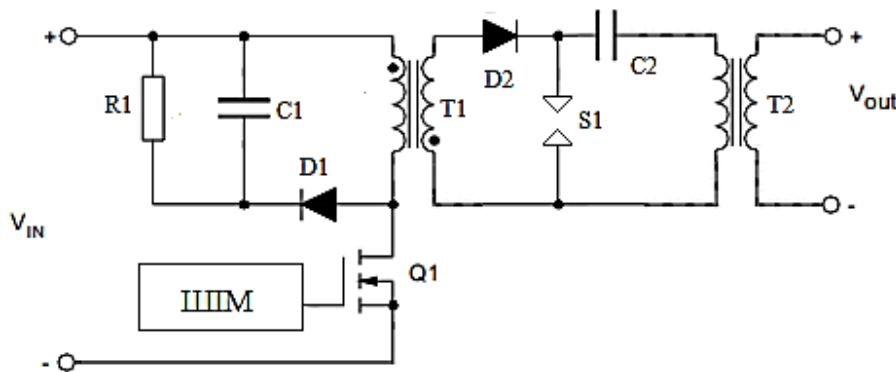


Рис. 1. Електрична схема осцилятора

Елементи R_1 , C_1 , D_1 – являють собою ланцюг зменшення викидів від індуктивності розсіювання первинної обмотки, так званий «клампер». ШПМ формує сигнал завдання потрібної частоти (частоту роботи осцилятора) на силовий ключ Q_1 , в даному випадку цей сигнал буде формувати мікроконтролер. Трансформатор T_1 та діод D_2 представляють типову конструкцію зворотньоходового перетворювача, а T_2 – узгоджуючий трансформатор, пов'язує стабілізатор дуги з силовою лінією плазмотрона.

Розрядник S_1 потрібен для формування високочастотних коливань на трансформаторі, T_1 заряджає конденсатор C_2 , і коли поріг спрацьовування розрядника досягнутий відбувається розряд, що і формує високочастотні коливання [4].

Дані для розробки наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Вступні дані для розробки стабілізатора дуги

Параметр	Значення
Вх. напруга, В	24
Вих. напруга, кВ	3
Вих. струм, мкА	100
Частота роботи, кГц	50
Скважність імпульсів	50%

Насамперед розрахуємо характеристики трансформатора за алгоритмом приведеним нижче [2].

Алгоритм розрахунку зворотньогоходового трансформатора T_1 .

За час, так як скважність дорівнює 50 %, ми повинні запасти в трансформаторі стільки енергії, що б її вистачило для підтримки вихідної напруги: $t = \frac{1}{50000} / 2 = 0.1 \cdot 10^{-6}$ с:

$$A = \frac{P_{OUT}}{\eta \cdot f}, \quad (1)$$

де P_{OUT} – вихідна потужність трансформатора, 0.3 Вт;

η – ККД трансформатора, що дорівнює 95 %;

f – частота роботи осцилятора, 50 кГц.

A струм при доданому вхідній напрузі за час t :

$$I = \frac{dI}{dt} = \frac{V_{IN} \cdot t}{L_{PRI}}, \quad (2)$$

де V_{IN} – вхідна напруга, 15В;

L_{PRI} – індуктивність первинної обмотки трансформатора T_1 .

Поєднавши ці дві формули можемо знайти індуктивність первинної обмотки:

$$L_{PRI} = \frac{V_{IN}^2 \cdot t^2 \cdot \eta \cdot f}{2 \cdot P} = \frac{24^2 \cdot (0.1 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 0.95 \cdot 50000}{2 \cdot 0.3} = 0.46 \cdot 10^{-6} \text{ Гн.}$$

І тепер струм первинної обмотки:

$$I_{PRI} = \sqrt{\frac{2 \cdot P}{\eta \cdot f \cdot L_{PRI}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0.3}{0.95 \cdot 50000 \cdot 0.46 \cdot 10^{-6}}} = 5.24 \text{ А.}$$

Середньоквадратичне значення струму в первинному ланцюзі:

$$I_{RMS} = I_{PRI} \cdot \sqrt{\frac{D}{3}} = 5.24 \sqrt{\frac{0.5}{3}} = 2.14 \text{ А.}$$

де D – коеф. скважності, дорівнює 0.5.

Індуктивність вторинної обмотки:

$$L_{SEC} = \frac{V_{OUT} \cdot t^2 \cdot f}{2 \cdot I_{OUT}} = \frac{3000 \cdot (0.1 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 50000}{2 \cdot 100 \cdot 10^{-6}} = 7.5 \cdot 10^{-3} \text{ Гн.}$$

Струм у вторинній обмотці трансформатора:

$$I_{SEC} = \frac{V_{OUT} \cdot t}{L_{SEC}} = \frac{3000 \cdot 0.1 \cdot 10^{-6}}{7.5 \cdot 10^{-3}} = 40 \text{ мА.}$$

При цьому коефіцієнт трансформації буде дорівнює:

$$K = \sqrt{\frac{L_{PRI}}{L_{SEC}}} = \sqrt{\frac{0.46 \cdot 10^{-6}}{7.5 \cdot 10^{-3}}} = 7.8 \cdot 10^{-3}.$$

Напруга на силовому ключі Q₁ в момент роботи трансформатора:

$$V_{Q1} = V_{IN} + V_{OUT} \cdot K = 24 + 3000 + 7.8 \cdot 10^{-3} = 47.4 \text{ В.}$$

Вибираємо Ш-подібний сердечник EFD-25 марки фериту N87 фірми Epcos, що володіє низькими втратами при розмаху індукції аж до 0,25-0,3Т. з наступними характеристиками [5]:

Індуктивність на виток, нН / T ²	160
Мін. площа перерізу, мм ²	57

Кількість витків у первинній обмотці трансформатора:

$$N_1 = \sqrt{\frac{L_{PRI}}{A_L}} = \sqrt{\frac{0.46 \cdot 10^{-6}}{160 \cdot 10^{-9}}} = 1.69 \text{ витків.}$$

Так як вийшло число не ціле, прийемо N₁ = 2 витків, тоді потрібно виконати зворотний розрахунок для визначення струму і індуктивності в первинній обмотці.

$$L_{PRI} = N_1^2 A_L = 2^2 \cdot 160 \cdot 10^{-9} = 0.64 \cdot 10^{-6} \text{ Гн.}$$

$$I_{PRI} = \sqrt{\frac{2 \cdot P}{\eta \cdot f \cdot L_{PRI}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0.3}{0.95 \cdot 50000 \cdot 0.64 \cdot 10^{-6}}} = 4.44 \text{ А.}$$

$$K = \sqrt{\frac{L_{PRI}}{L_{SEC}}} = \sqrt{\frac{0.64 \cdot 10^{-6}}{7.5 \cdot 10^{-3}}} = 9.2 \cdot 10^{-3}.$$

$$V_{DS} = V_{IN} + V_{OUT} \cdot K = 24 + 3000 + 9.2 \cdot 10^{-3} = 51.6 \text{ В.}$$

Індуктивність в первинній обмотці піднялася і струм також, отже, споживаний зменшився, при цьому збільшилися не суттєво коеф. перетворення та напругу на силовому ключі. Кількість витків у вторинній обмотці:

$$N_2 = \sqrt{\frac{L_{SEC}}{A_L}} = \sqrt{\frac{7.5 \cdot 10^{-3}}{160 \cdot 10^{-9}}} = 216 \text{ витків.}$$

Підведемо підсумок:

Первинна обмотка:

$$N_1 = 2 \text{ витків}$$

$$t = 0.1 \text{ мкс}$$

$$L_{PRI} = 0.64 \text{ мкГн}$$

$$I_{PRI} = 4.44 \text{ А}$$

$$V_{DS(MAX)} = 51.6 \text{ В}$$

Вторинна обмотка:

$$N_2 = 216 \text{ витків}$$

$$t = 0.1 \text{ мкс}$$

$$L_{SEC} = 7.5 \text{ мГн}$$

$$I_{SEC} = 40 \text{ мА}$$

На трансформатор спочатку створюється первинна обмотка дротом товщиною 1.5 мм^2 , а саме ПЕТВ-0.16 (AWG35). Потім вторинну в один шар, щоб уникнути появи небажаної паразитної ємності трансформатора. Для вторинної обмотки вибираємо провід діаметром 0.05 мм .

Вільний простір на каркасі сердечника становить: $16.4 \text{ мм} - 2 * 3 \text{ мм} = 10.4 \text{ мм}$, виходячи з розмірів сердечника. Діаметр дроту з ізоляцією: $10.4 \text{ мм} = 216 \text{ витків} * 0.05 \text{ мм}$, відповідний провід ПЕТ-155 з емалевою ізоляцією.

Обираємо Ш-подібний сердечник EFD-25 марки фериту N87, з кількістю в два намотаних витка проводом ПЕТВ-0.16 (AWG35) на первинній обмотці та 216 витків проводом ПЕТ-155 на вторинній.

Силовий ключ зворотньоходового перетворювача (Q_1) повинен володіти двома основними властивостями – мати низький опір у відкритому стані і низький сумарний заряд перемикання. Тому вибираємо mosfet IRF540N n-канальний (див. табл. 2) і драйвер для його гальванічного управління, FOD3184 (див. табл. 3).

Таблиця 2

Технічні характеристики IRF540N

Параметр	Значення
Опір каналу (R_{DS}), Ом	0.04
Напруга витоку, В	100
Струм витоку, А	33
Напруга затвора, В	± 20
Потужність, що розсіюється, Вт	120
Час наростання (t_R), нс	57
Час спаду (t_F), нс	50

Таблиця 3

Характеристики FOD3184

Затримка спрацьовування (оптопари), нс	250
Напруга живлення, В	0-30
Вихідна потужність, мВт	250
Вхідний струм, мА	25

Статичні втрати силового ключа (Q_1):

$$P_{IRF540} = R_{DS} \cdot I_{RMS} = 0.04 \cdot 2.14 = 86 \text{ мВт}$$

Динамічні втрати при виключенні транзистора (Q_1):

$$P_{OFF} = \frac{V_{DS} \cdot I_{PRI} \cdot t_F \cdot f}{2} = \frac{51.6 \cdot 4.44 \cdot 50 \cdot 10^{-9} \cdot 50000}{2} = 286 \text{ мВт}$$

Порівнюючи отримані данні із паспортними робимо висновок, що для поставлених завдань транзистор підходить, потужності, що розсіюється транзистором є достатньою, щоб відмовитися від радіатора.

У ланцюзі зменшення викидів від індуктивності розсіювання (D_1 , R_1 , C_1), конденсатор C_1 повинен мати достатню ємність, щоб пульсації на ньому були невеликі, але і вище певної межі вибирати цей конденсатор немає ніякого сенсу. У нашому випадку цілком підійде вивідний дисковий керамічний конденсатор 10nF, 50V, з маркуванням HF1H103Z-L515B.

Пульсації на C_1 :

$$\Delta U_{C1} = \frac{I_{PRI}^2 \cdot L_{PRI}}{C_1 \cdot f} = \frac{4.44^2 \cdot 0.64 \cdot 10^{-6}}{10 \cdot 10^{-9} \cdot 50000} = 0.03 \text{ В}$$

VD_1 – діод Шотки 10SQ050 з характеристиками, прямий струм 10А, зворотня напруга 50 В.

Підберемо опір резистора R_1 таким чином, щоб при максимальному перевантаженні напруга не перевищувало 24В. У нашому випадку $R_1 = 10 \text{ К}$. Потужність, що розсіюється на ньому, складе:

$$P_{R1} = \frac{V_{IN}^2}{R_1} = \frac{24^2}{10000} = 58 \text{ мВт}$$

Вибираємо резистор 10k 1 % 1W з маркуванням MFR100SSFTB.

Діод D_2 – випрямний діод DD600, зі зворотною напругою 6кВ, прямим імпульсним струмом 300 мА. І конденсатор C_2 – 4.7nF 5kV з маркуванням KF3H472M-L016BD13.5.

Вибираємо розрядник з порогом спрацьовування трохи меншим ніж амплітуда напруги на вторинній обмотці трансформатора T_1 : розрядник з маркуванням EM2500X від фірми Epcos, двох вивідний, з порогом спрацьовування 2.2 кВ.

Отже кінцева електрична схема стабілізатора дуги має вигляд, як на рисунку 2.

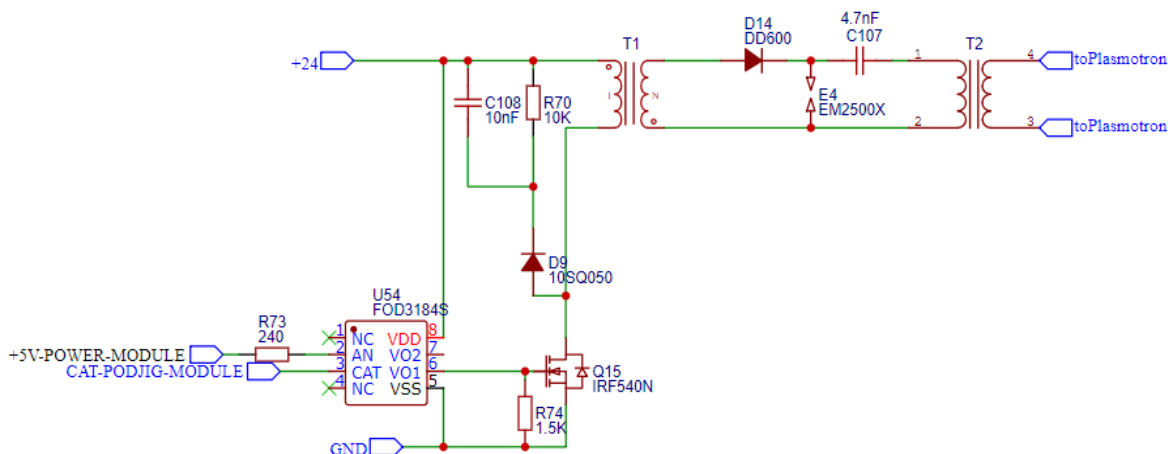


Рис. 2. Електрична схема осцилятора

Феритовий сердечник узгоджуючого трансформатора оберемо марки M300ВНП-3. Первинна обмотка містить 5 витків проводу 0.05мм, вторинна – 10 і більше витків, в залежності від необхідної напруги, шиною розмірами достатніми для протікання зварювального струму.

Скористаємося програмним забезпеченням Multisim 10.1 для перевірки. Зібрана електрична схема в Multisim 10.1 приведена на рисунку 3. Параметри генератора імпульсів: на-

пруга логічної одиниці 24 В, частота 50 кГц і скважність 50 %. А осцилограма амплітуди вихідної напруги з трансформатора Т₁ показана на рисунку 4, де вона дорівнює піковому значенню в 2.5 кВ з частотою в 50 кГц.

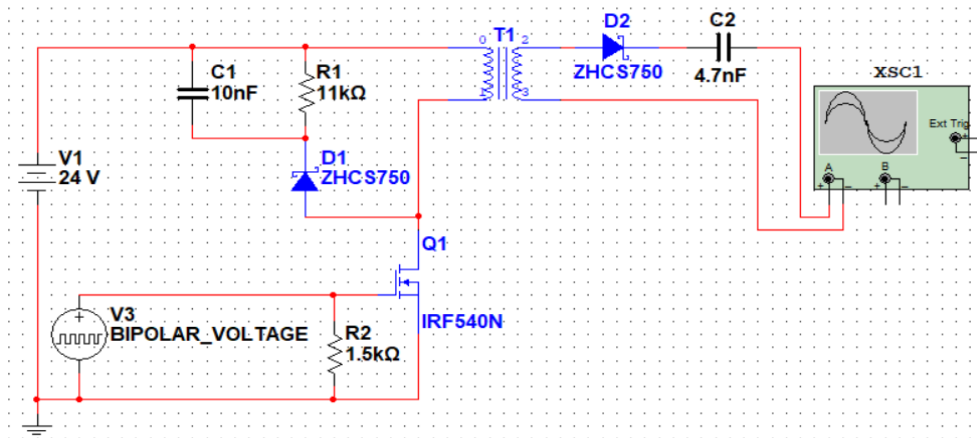


Рис. 3. Схема осцилятора в Multisim 10.1

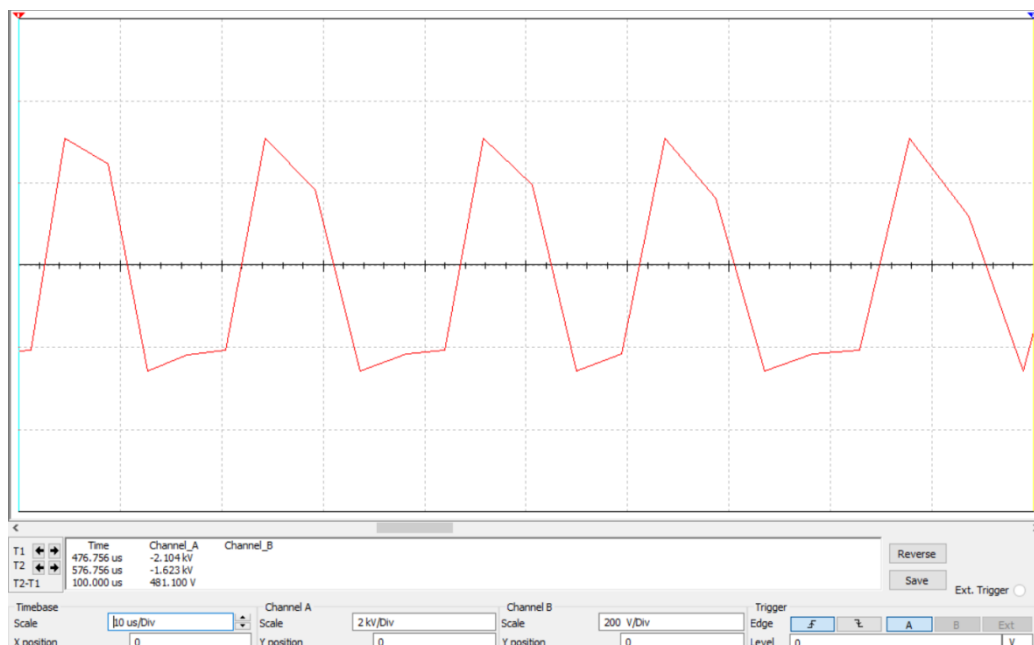


Рис. 4. Осцилограма напруги імпульсного високовольтного джерела живлення

ВИСНОВКИ

В роботі виконано розробку осцилятора джерела живлення імпульсної установки для локальної термічної обробки, нанесення покриттів, наплавлення, зварювання.

При розробці використовувалися системний аналіз і моделювання.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Эдуард Орлов. Самодельная сварка аргоном. Осцилятор своими руками. URL: <https://rustaste.ru/svarka-argonom-oscillyator-svoimi-rukami.html>.
2. Дмитрий Макашов. Обратногодовой трансформатор. Москва, 2005-2006. С. 1–20. URL: <http://bludger.narod.ru/smpps/Flyback-R01.pdf>.
3. Разработка Flyback-преобразователя с применением трансформатора Bourns. URL: <https://www.compel.ru/lib/81768>
4. Илья. Вариант осцилятора. 2005. URL: <http://valvolodin.narod.ru/schems/oscill.html>.
5. Даташит сердечника N87 фирмы Epcos. URL: http://www.kosmodrom.com.ua/pdf/r_29.pdf.

Стаття надійшла до редакції 11.10.2020 р.

УДК 681.5:629.3

Цюх К. А. (АВП-19-2м)

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ПОЗИЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ РЕНТГЕНОЛОГІЧНОГО АПАРАТУ

У статті вирішено актуальне науково-технічне завдання підвищення точності позиціонування штативу АРГЦ шляхом розробки та дослідження взаємозв'язаного електроприводу з використанням математичних методів, алгоритмів, векторного регулювання електроприводом інформаційного та програмного забезпечення. Підвищено якісні показники технологічного процесу позиціонування штативу АРГЦ шляхом розробки та дослідження взаємозв'язаного електроприводу з використанням математичних методів, алгоритмів, векторного регулювання електроприводом інформаційного та програмного забезпечення. Зменшено енерговитрати процесу позиціонування штативу АРГЦ шляхом впровадження автоматизованого частотно-регульованого електроприводу. Підвищена безвідмовність функціонування апаратної частини системи управління шляхом її заміни на просторово розподілену систему автоматичного управління технологічним процесом.

In the article the actual scientific and technical task of increase of accuracy of positioning of a support of ARGTs by development and research of the interconnected electric drive with use of mathematical methods, algorithms, vector regulation by the electric drive of information and software is solved. The qualitative indicators of the technological process of positioning the ARGC tripod have been improved by developing and researching the interconnected electric drive using mathematical methods, algorithms, vector control of the electric drive by information and software. Reduced energy consumption of the ARGC tripod positioning process by introducing an automated frequency-controlled electric drive. Increased reliability of the hardware part of the control system by replacing it with a spatially distributed system of automatic process control.

В рентгенологічне дослідження є найбільш поширеним способом діагностики внутрішніх органів і тканин. В Україні щорічно виробляється більше 100 мільйонів рентгенограм, і при цьому загальна кількість рентгенівських досліджень постійно зростає на 1–2 %. Це обумовлюється широкою доступністю методу і легкістю проведення досліджень. Одним з достоїнств є відносно низька вартість дослідження.

В даний час в рентгенотехніці починають інтенсивно впроваджуватися апарати рентгенографічні цифрові (АРГЦ) скануючого типу, в яких об'єкт діагностики опромінюють тонким віяловим пучком рентгенівського випромінювання, а інтенсивність випромінювань що пройшла через об'єкт реєструють багатоканальним приймачем з лінійної загальною апертурою. Повну матрицю інформаційних сигналів, необхідну для побудови двовимірного рентгенівського зображення, в цих апаратах отримують за рахунок механічного сканування пацієнта віяловим пучком рентгенівського випромінювання. Такі апарати дозволяють отримувати високоінформативні рентгенівські зображення при мінімальній дозі опромінення пацієнта. Це досягається в основному за рахунок того, що в них практично виключається шкідливий вплив розсіяного рентгенівського випромінювання.

Достовірності поставленого діагнозу багато в чому залежить від точності позиціонування штативного пристрою РГЦ відносно органів пацієнта. Це дозволяє підвищити якість діагностики і знизити ймовірність виникнення лікарських помилок, що безпосередньо вплине на подальше лікування і дозволить скоротити кількість смертельних випадків від цих захворювань.

У зв'язку з цим розробка механізмів регулювання, а також алгоритмів управління позиціонування штативу АРГЦ є актуальною науково-технічною задачею.

Предмет дослідження: частотно-регульований взаємозв'язаний електропривод штативу АРГЦ.

Мета дослідження полягає в підвищенні точності позиціонування штативу АРГЦ шляхом розробки та дослідження взаємозв'язаного електроприводу з використанням математичних методів, алгоритмів, векторного регулювання електроприводом інформаційного та програмного забезпечення.

Основою дослідження багатосекційних електромеханічних систем є методи математичного моделювання багатозв'язних систем і теорія електромеханічного перетворювача енергії, створені в роботах А. А. Горєва [1], А. І. Важнова [2], Б. Адкінса [3], І. П. Копилов [4], Л. П. Петрова [5], К. Ковача [6], і розвинені в роботах О. В. Слежановського [7], М. Г. Чиликіна, [8], П. В. Чуєва [9] і інших вчених.

Привода переміщення столу здійснюють рух по трьох координатах з урахуванням забезпечення необхідної точності позиціонування котушок АРГЦ відносно пацієнта.

Основним штативним пристроєм є штатив знімків, що складається з колони, по якій вертикально переміщається поворотна штанга із змінною фокусною відстанню. Штанга являє собою врівноважену консоль, з розміщенням на одному кінці поворотного кронштейна з випромінювачем і діафрагмою, а на іншому - поворотного кронштейна з цифровим приймачем зображення – плоскопанельним детектором. Штатив оснащений стаціонарним пристроєм для цифрового перетворення рентгівівського випромінювання, який засновано на плоскій панелі (плоскопанельний цифровий детектор).

Система позиціонування екрану за допомогою керованого штатива передбачає зміну швидкості з метою плавного підведення і швидкого відводу стійки з випромінювачем. Зміна швидкості дозволяє уникнути помилки позиціонування щодо органу пацієнта який діагностується. Тому при проектуванні АСУ необхідно передбачити можливість регулювання швидкості подачі кронштейна з випромінювачем.

Установка складається з поворотної колони і штанги зі встановленою на неї кареткою. Механізм поворотної колони призначений для повороту направляючої від початкового положення в робоче (орієнтація знімка) і назад.

Для реалізації автоматичного позиціонування пропонується установка, кінематична схема якої представлена на рисунку 1.

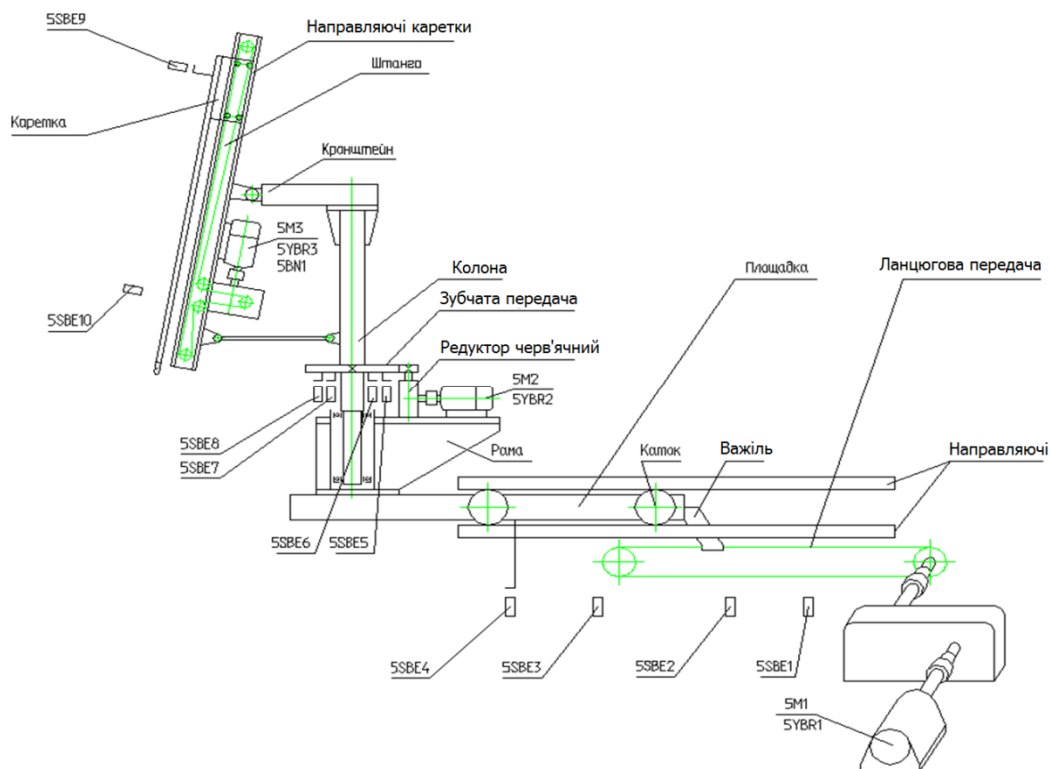


Рис. 1. Кінематична схема маніпулятора штатива

Привід механізму повороту електромеханічний. Обертання електродвигуна М1 відбувається через черв'ячний редуктор і передається на відкриту зубчасту передачу, яка приводить колону в обертання.

У електропривод М1 вбудовано електромеханічне гальмо 5YBR1. Для зниження швидкості в кінці повороту до 0,7 об/хв, подається сигнал від кінцевих вимикачів 5SBE2 і 5SBE3. Кінцеві положення механізму повороту контролюються кінцевими вимикачами 5SBE1 і 5SBE4.

Механізм вертикального переміщення призначений для переміщення каретки з випромінювачем від початкового положення в зону знімка і назад. На каретці кріпиться рентгенівський випромінювач (РВ). Переміщення каретки від початкового положення в зону початку діагностичного дослідження і назад здійснюється за допомогою ланцюгової передачі і черв'ячного редуктора від електроприводу М2 з вбудованим електромеханічним гальмом 5YBR2.

Кінцеві положення механізму контролюються кінцевими вимикачами 5SBE5 і 5SBE6. Для контролю переміщення каретки в електродвигун вбудований датчик імпульсів 5BN1.

Для здійснення знімків під різним кутом колона повертається на кут 60^0 . При подачі сигналу від кінцевого вимикача 5SBE2 відбувається зниження швидкості направляючої в кінці повороту до 0,7 об/хв.

За командою від кінцевого вимикача 5SBE1 колона зупиняється проти пацієнта з подальшим переміщенням РВ і БПРВ. Після досягнення крайнього нижнього положення каретка зупиняється по команді від кінцевого вимикача 5SBE5.

Час діагностики - 7 секунд. Після витримки часу каретка піднімається в крайнє верхнє положення. Від кінцевого вимикача 5SBE6 подається команда на зупинку каретки і включення механізму повороту направляючої в початкове положення.

Для зниження швидкості направляючої в кінці повороту до 0,7 об/хв, подається сигнал від кінцевого вимикача 5SBE3. Після досягнення направляючої вихідного положення від кінцевого вимикача 5SBE4 формується команда на зупинку механізму повороту.

Створення необхідних статичних і динамічних властивостей асинхронного частотно-регульованого електроприводу можна здійснити тільки в замкнутій системі регулювання його координат. Для розширення діапазону регулювання по швидкості в цю систему регулювання необхідне ввести негативний зворотній зв'язок по швидкості. Через це в математичному описі перехідних процесів електроприводу повинна враховуватися зворотний зв'язок по швидкості.

Структурна схема [1] системи ПЧ-АД з негативним зворотним зв'язком за швидкістю має вигляд, як представлено на рисунку 2.

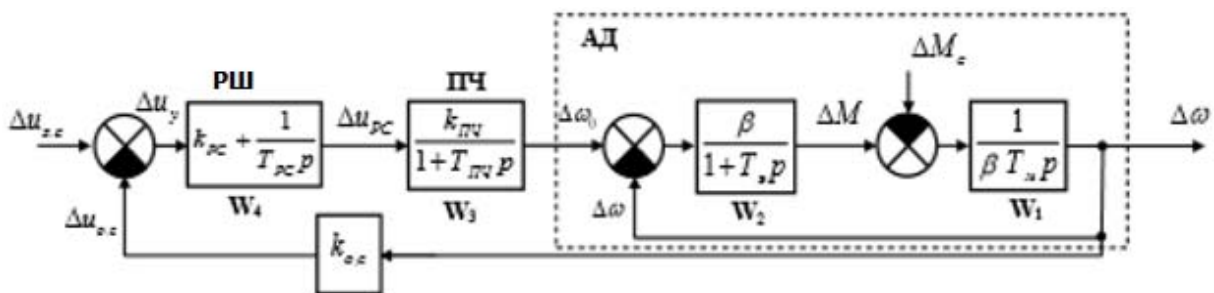


Рис. 2. Структурна схема системи ПЧ-АД з негативним зворотним зв'язком за швидкістю

Візьмемо до уваги, що структурна схема, показана на рисунку 2, є лінійаризованою системою електроприводу. Схема має наступні позначення: β – модуль жорсткості механічної характеристики; T_e – еквівалентна електромагнітна постійна часу ланцюгів статора і ротора АД; $k_{пч}$ – передаточного коефіцієнт функції перетворювача частоти (ПЧ); $T_{пч}$ – постійна часу ланцюга управління ПЧ; T_m – електромеханічна стала часу.

Розглянуто маніпулятор штатива у вигляді об'єкта математичний опис його статичних і динамічних режимів. Також враховано, що маніпулятор штативу єдиний механізм, що володіє маховою масою, що складається з ротора електродвигуна і робочого редуктора. Вони з'єднані з електроприводом і мають механічну постійну часу. Тоді остаточне математичний опис моделі ПЧ-АД-штатив зі зворотним зв'язком за швидкістю набуде вигляду [1]:

$$\begin{cases} \frac{d\Delta\omega}{dt} = \frac{1}{\beta T_{\Delta M} p} (\Delta M - \Delta M_c); \\ T_e \frac{d\Delta M}{dt} + \Delta M = \beta (\Delta\omega_0 - \Delta\omega); \\ T_{ПЧ} \frac{d\Delta\omega_0}{dt} + \Delta\omega_0 = K_{ПЧ} \Delta U_{пу}; \\ T_{пу} \frac{d\Delta U_{пу}}{dt} = \Delta U_y - \frac{d\Delta\omega_0}{dt} K_{пу} T_{пу} K_{33} - K_{пу} T_{пу} K_{33} \Delta\omega; \\ T_n \frac{dz}{dt} + z = h_0 \omega^2 + b\omega. \end{cases} \quad (1)$$

Для оптимізації процесів векторного керування асинхронним двигуном синтезовано два керуючі контури: потоком і швидкістю з внутрішніми підлеглими контурами струму.

На основі передаточних функцій (1), динаміка системи ПЧ-АД – штатив може досліджуватися на структурній схемі моделі, представленій на рисунку 3.

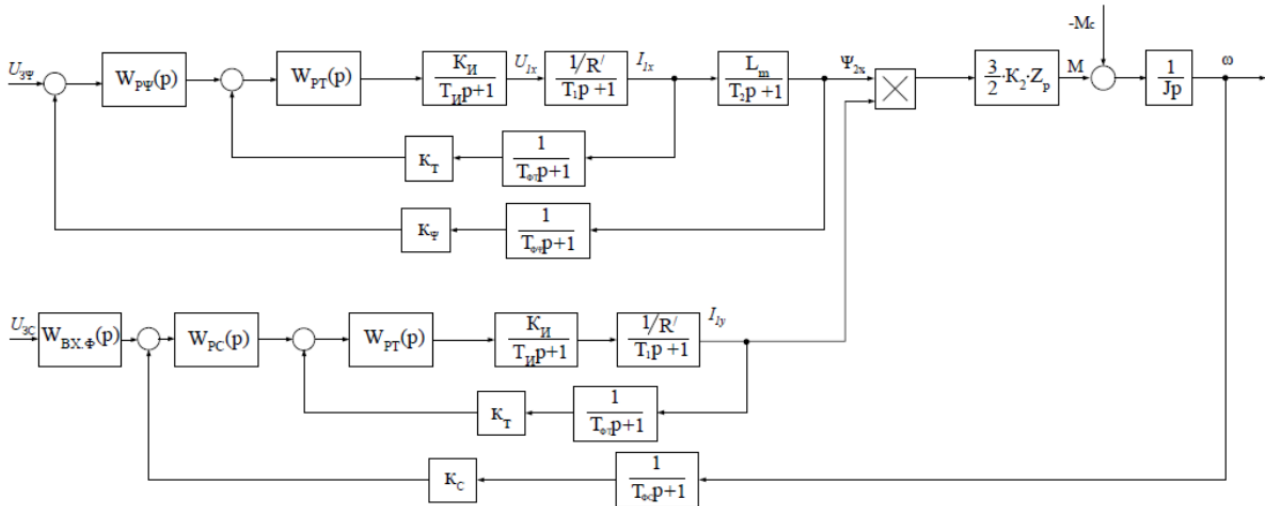


Рис. 3. Структурна схема математичної моделі електромеханічної системи ПЧ-АД – штатив

Синтез і розрахунок параметрів регуляторів здійснено в наступній послідовності [2, 3] – пропорційно-інтегрального регулятора струму з передавальною функцією виду:

$$W_{рег}(s) = K_{рег} \frac{T_{уз}s + 1}{T_{уз}s} = 0,36 \frac{0,0123s + 1}{0,0123s}, \quad (2)$$

де $K_{рс} = \frac{T_1 R'}{K_u K_c a_c T_{\mu c}} = \frac{0,016 \cdot 0,328}{31,1 \cdot 0,263 \cdot 2 \cdot 0,00105} = 0,306$; – коефіцієнт посилення регулятора;

$K_{сх} = \frac{U_{зс.мах}}{I_{ен.мах}} = \frac{10}{38} = 0,263 \text{ В/А}$ – коефіцієнт зворотного зв'язку по струму; a_c – коефіцієнт оптимізації контуру струму по МО.

– пропорційно-інтегрального регулятора потоку з передаточною функцією виду:

$$W_{p\psi}(p) = K_{p\psi} \frac{T_{p\psi} p + 1}{T_{p\psi} p} = 26,12 \frac{0,459p + 1}{0,459p}, \quad (3)$$

– пропорційно-інтегрального регулятора швидкості з передавальною функцією виду:

де $K_{p\psi} = \frac{K_c T_2}{2K_\psi L_m T_{\mu\psi}} = \frac{0,263 \cdot 0,459}{2 \cdot 10 \cdot 0,07455 \cdot 0,0031} = 26,12$ – коефіцієнт посилення регулятора

потокозчеплення; $T_{p\psi} = a_m T_{\mu m} + T_{\phi\psi} = 2 \cdot 0,00105 + 0,001 = 0,0031$ с – постійна часу регулятора потокозчеплення.

$$W_{p\psi}(p) = K_{p\psi} \frac{T_{pc} p + 1}{T_{pc} p} = 45,7 \frac{0,0124 p + 1}{0,0124 p}, \quad (4)$$

де $K_{p\omega} = \frac{2K_c J_3}{6K_2 Z_p K_{\omega} \Psi_{2x} T_{\mu\omega}} = \frac{2 \cdot 0,263 \cdot 0,459}{6 \cdot 0,966 \cdot 3 \cdot 0,098 \cdot 1 \cdot 0,0031} = 45,7$; коефіцієнт посилення регу-

лятора швидкості; a_c – коефіцієнт оптимізації контуру швидкості по МО; $T_{\mu\omega} = a_m T_{\mu c} + T_{\phi c} = 2 \cdot 0,00105 + 0,001 = 0,0031$ с – постійна часу контуру швидкості.

$K_{\omega} = \frac{U_{зс.макс}}{\omega_{макс}} = \frac{10}{102,09} = 0,098 \frac{Вс}{рад}$ – коефіцієнт зворотного зв'язку по швидкості;

$T_{p\omega} = \nu_c \cdot a_m T_{\mu\omega} = 2 \cdot 2 \cdot 0,0031 = 0,0124$ с – постійна часу регулятора швидкості..

Структурна схема математичної моделі з урахування передаточних функцій регуляторів показана на рисунку 4.

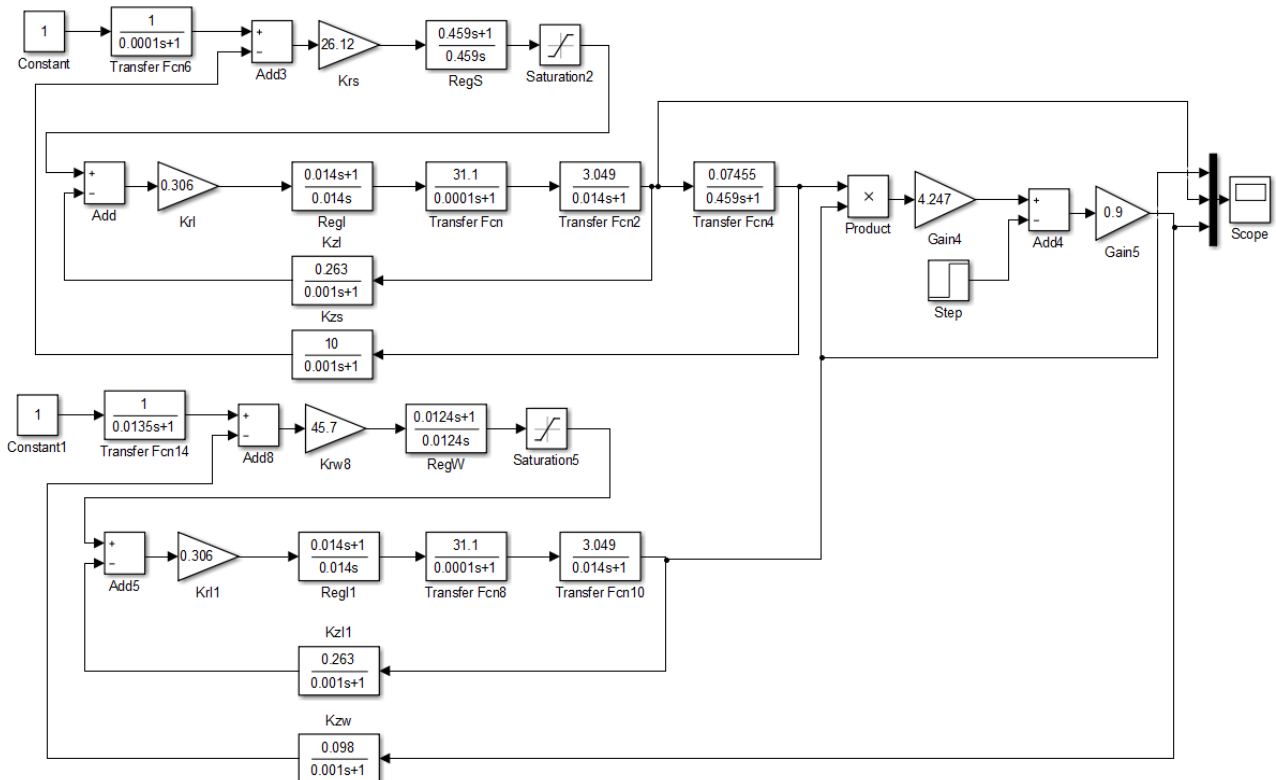


Рис. 4. Імітаційна модель ПЧ-АД-штатив в МПП MatLab

Результати перехідних процесів при моделюванні контуру швидкості, який налаштований на МО при відпрацюванні ступеневої вхідного впливу $U_{zu} = 0,1$ В, представлені у вигляді характеристики $\omega(t)$ Результати моделювання представлені на рисунку 5.

Дослідження впливу внутрішніх збурень на контури струмів і реалізації інвертора з широтно-імпульсним управлінням дозволило робити висновок про придатність розробленої структури для реалізації електроприводу.

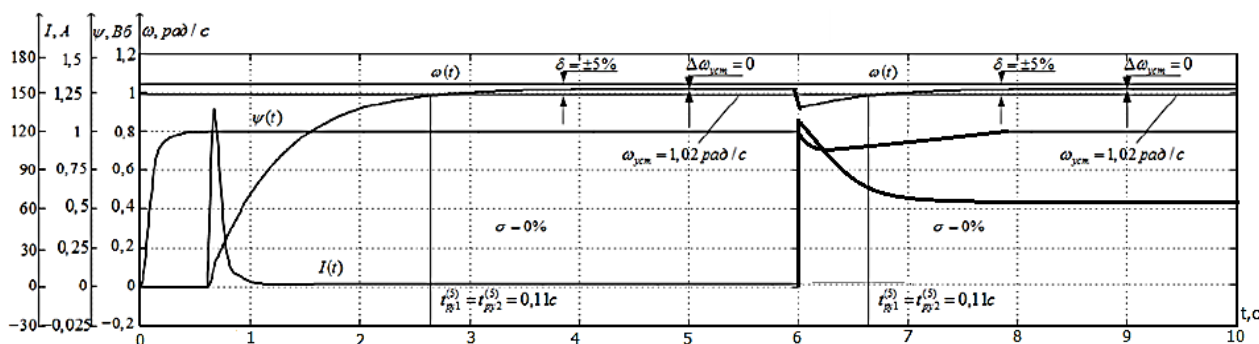


Рис. 5. Перехідні процеси $\Psi(t)$, $I(t)$ та $\omega(t)$ контуру швидкості при пуску на холостому ходу та накладенні навантаження

ВИСНОВКИ

У статті вирішено актуальне науково-технічне завдання підвищення точності позиціонування штативу АРГЦ шляхом розробки та дослідження взаємозв'язаного електроприводу з використанням математичних методів, алгоритмів, векторного регулювання електроприводом інформаційного та програмного забезпечення.

За результатами досліджень сформульовані наступні висновки:

- 1) Підвищено якісні показники технологічного процесу позиціонування штативу АРГЦ шляхом розробки та дослідження взаємозв'язаного електроприводу з використанням математичних методів, алгоритмів, векторного регулювання електроприводом інформаційного та програмного забезпечення.
- 2) Зменшено енерговитрати процесу позиціонування штативу АРГЦ шляхом впровадження автоматизованого частотно-регульованого електроприводу.
- 3) Підвищена безвідмовність функціонування апаратної частини системи управління шляхом її заміни на просторово розподілену систему автоматичного управління технологічним процесом на базі технологій Simatic фірми Siemens AG.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горев А. А. Переходные процессы синхронной. Ленинград : Наука, 1985. 502 с.
2. Важнов А. И. Переходные процессы в машинах переменного тока. Ленинград : Энергия. Ленингр. отд-ние, 1980. 256 с.
3. Адкинс Б. Общая теория электрических машин. Москва-Ленинград : Госэнергоиздат, 1960. 272 с.
4. Копылов И. П. Математическое моделирование электрических машин. Москва : Высш. шк., 2001. 327 с.
5. Петров Л. П. Управление пуском и торможением асинхронных двигателей. Москва : Энергоиздат, 1981. 164 с.
6. Слежановский О. В., Дацковский Л. Х., Кузнецов И. С., Лебедев Е. Д., Тарасенко Л. М. Системы подчиненного регулирования электроприводов переменного тока с вентильными преобразователями. Москва : Энергоатомиздат, 1983. 256 с.
7. Чиликин М. Г., Ключев В. И., Сандлер А. С. Теория автоматизированного электропривода. Москва : Энергия, 1979. 616 с.
8. Чуев П. В. Разработка систем векторного управления асинхронными приводами на базе специализированных сигнальных микроконтроллеров: дис. канд. техн. наук: 05.09.03. Москва, 2002. 254 с.
9. Терёхин В. Б., Дементьев Ю. Н. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink: учебное пособие / Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. 307 с.

УДК 681.5:629.3

Шевченко Р. А. (АВП-19-2м)

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ПОЗИЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ 3-Х КООРДИНАТНОГО СТОЛУ АПАРАТА МРТ

У статті вирішено актуальне науково-технічне завдання підвищення точності позиціонування 3-х координатного столу апарата МРТ шляхом розробки та дослідження взаємозв'язаного електроприводу з використанням математичних методів, алгоритмів, векторного регулювання електроприводом інформаційного та програмного забезпечення. Підвищено якісні показники технологічного процесу столу апарата МРТ. Зменшено енерговитрати процесу позиціонування столу з пацієнтом шляхом впровадження автоматизованого частотно-регульованого електроприводу. Підвищена безвідмовність функціонування апаратної частини системи управління шляхом її заміни на просторово розподілену систему автоматичного управління технологічним процесом на базі технологій Simatic фірми Siemens AG. Модернізована система управління інтегрована в існуючу систему управління прокатним станом.

The article solves the current scientific and technical problem of improving the accuracy of positioning of the 3-coordinate table of magnetic resonance therapy by developing and studying interconnected electric drive using mathematical methods, algorithms, vector control of electric drive information and software. The qualitative indicators of the technological process of the MRT table have been improved. Reduced energy consumption of the process of positioning the table with the patient by introducing an automated frequency-controlled electric drive. Increased reliability of the hardware part of the control system by replacing it with a spatially distributed system of automatic process control based on Simatic technologies from Siemens AG. The modernized control system is integrated into the existing rolling mill management system

За останній час в зв'язку з ростом індустріальної оснащеності людства, з погіршенням екологічної обстановки, різко зросла кількість пухлинних захворювань. Одними з найбільш серйозних є пухлини головного мозку, що вражають центральну нервову систему і порушують важливі функції організму.

За даними НДІ ім. Бурденко за 2008 р. відсоток знаходження пухлин серед пацієнтів, які звернулися зі скаргами до невропатолога, становить близько 7–8 %, причому з кожним роком цей відсоток поступово зростає. У зв'язку з цим постає необхідність раннього виявлення та точної діагностики пухлин головного мозку. Це також пояснюється особливою тяжкістю цих захворювань через локалізації об'ємного процесу в області мозкових центрів і важкодоступність для хірургічного втручання.

На сьогоднішній день існує безліч способів дослідження головного мозку, але найбільшою перевагою в діагностиці пухлин мозку має магнітно-резонансна томографія. При проведенні обстеження на томографі, лікар отримує можливість досліджувати структурні і патологічні зміни, чітко оцінити локалізацію і поширеність патології, визначити її характер і вплив на прилеглі структури мозку.

Достовірності поставленого діагнозу багато в чому залежить від точності позиціонування столу з пацієнтом щодо котушок томографа. Це дозволить підвищити якість діагностики і знизити ймовірність виникнення лікарських помилок, що безпосередньо вплине на подальше лікування і дозволить скоротити кількість смертельних випадків від цих захворювань.

У зв'язку з цим розробка механізмів регулювання по, а також алгоритмів управління позиціонування столу апарату МРТ є актуальною науково-технічною задачею.

Предмет дослідження: частотно-регульований взаємозв'язаний електропривод 3-х координатного столу апарату МРТ.

Мета дослідження полягає в підвищенні точності позиціонування 3-х координатного столу апарата МРТ шляхом розробки та дослідження взаємозв'язаного електроприводу з використанням математичних методів, алгоритмів, векторного регулювання електроприводом, інформаційного та програмного забезпечення.

Основою дослідження багатосекційних електромеханічних систем є методи математичного моделювання багато зв'язних систем і теорія електромеханічного перетворювача енергії, створені в роботах А. А. Горєва [1], А. І. Важнова [2], Б. Адкінса [3], І. П. Копилов [4], Л. П. Петрова [5], К. Ковача [6], і розвинені в роботах О.В. Слежановського [7], М. Г. Чиликіна, [8], П. В. Чуєва [9] і інших вчених.

Привода переміщення столу здійснюють рух по трьох координатах з урахуванням забезпечення необхідної точності позиціонування пацієнта відносно котушок.

Привод поздовжньої (вісь Y) і поперечної (вісь X) подач, а також підйому/спуску здійснюються від асинхронних двигунів і складаються з передач гвинт-гайка.

Електропровід з асинхронними двигунами (АД) М1...М3 із вмонтованими гальмами здійснює обертання передачі гвинт-гайка, яка в свою чергу здійснює переміщується по осях X, Y, Z. Кінцевою ланкою приводів переміщення столу є передача гвинт-гайка кочення, встановлені в каретці.

Для забезпечення плавності переміщення столу, зазвичай на малих подачах, направляючі каретки (вісь Z) армовані синтетичним антифрикційним матеріалом, направляючі салазок – роликівими підпорами кочення, які встановлюються з попереднім натягом. Зазор в направляючих каретки і натяг в направляючих салазок регулюється клинами.

На каретці встановлені датчики положення столу по осях X, Y, Z. Шестерні датчиків обкатуються по вимірювальним рейкам, що встановлені на салазках. Крайні положення контролюється кінцевими вимикачами SQ.

Для побудови імітаційних моделей електроприводів переміщення столу необхідно прийняти певний рівень ідеалізації властивостей АД і перетворювача частоти (ПЧ). В теорії електроприводу змінного струму загальноприйнятими припущеннями прийнято вважати такі:

- не враховуються втрати в сталі;
- розглядається трифазний симетричний режим роботи;
- насиченням магнітної ланцюга АД нехтуємо;
- приймається струм двигуна синусоїдальної форми;
- нехтуємо енергетичної зв'язком між АТ і ПЧ.
- приймаємо максимальні рівні вхідних сигналів управління і вихідних напруг управління (регуляторів) на рівні ± 10 В.

Математичний опис асинхронного електродвигуна в вигляді окремих рівнянь в операторній формі для системи координат, що обертається з довільною частотою ω_k [5]:

$$\left\{ \begin{array}{l} i_{Sx} = \left(U_{Sx} + L'_S \omega_k i_{Sy} + \frac{k_R}{T_R} \psi_{Rx} \right) \frac{1}{(1 + T'_S s)}, \\ i_{Sy} = \left(U_{Sy} - L'_S \omega_k i_{Sx} - p \omega_m K_R \psi_{Rx} \right) \frac{1}{(1 + T'_S s)}, \\ \psi_{Rx} = \frac{T}{(1 + T_R s)} k_R R_R i_{Sx}, \\ T_e = \frac{3}{2} p K_R \psi_{Rx} i_{Sy}, \\ \omega_m = \frac{1}{s} \left(\frac{1}{J} \right) (T_e - T_a - T_L), \\ \omega_k = p \omega_m + K_R R_R \frac{i_{Sy}}{\psi_{Rx}}, \\ \gamma = \frac{1}{s} \omega_k. \end{array} \right. \quad (1)$$

де R_S – опір статора характеризує активні втрати в статорних обмотках і дорівнює

опору фазної обмотки статора; $L_{\sigma S}$ – індуктивність розсіювання статора характеризує ту частину потоку статора, що не зчеплена з ротором і не бере участь в створенні моменту. L_m – головна індуктивність характеризує ту частину потоку, яка зчеплена зі статором і з ротором і бере участь у створенні моменту; $L_{\sigma R}$ – індуктивність розсіювання ротора характеризує ту частину потоку ротора, що не зчеплена зі статором і не бере участь в створенні моменту; R_R/S – параметр характеризує активні втрати в роторі, R_R – опір ротора в режимі короткого замикання (вал двигуна загальмований)

Отримана система рівнянь (1) описує поведінку не оптимізованої структури електроприводу з векторним керуванням. Розробимо структуру математичної моделі електропривода з векторним керуванням з метою визначення шляхів її оптимізації (рис. 1).

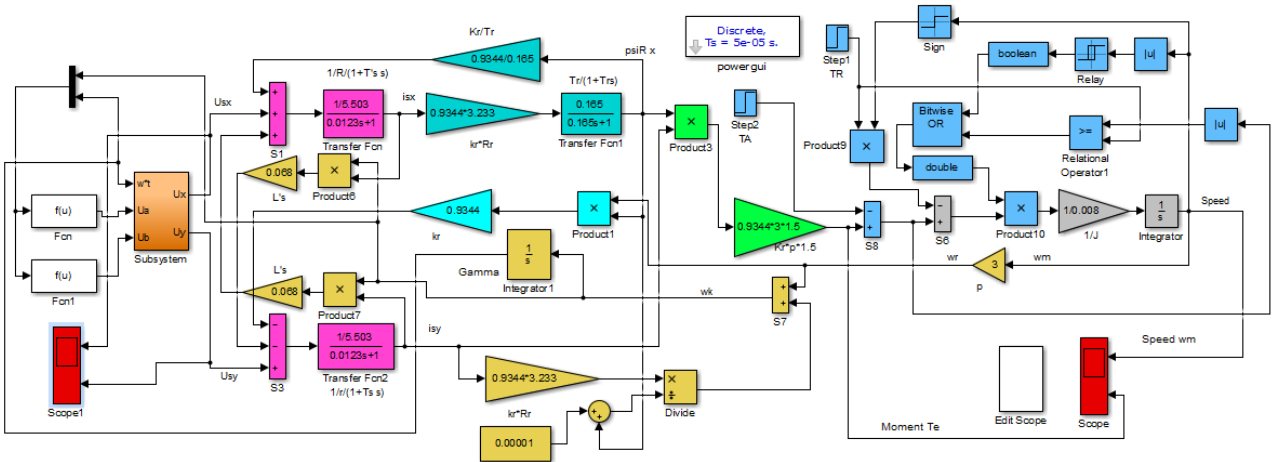


Рис. 1. Структурна схема математичної моделі електроприводу з векторним керуванням

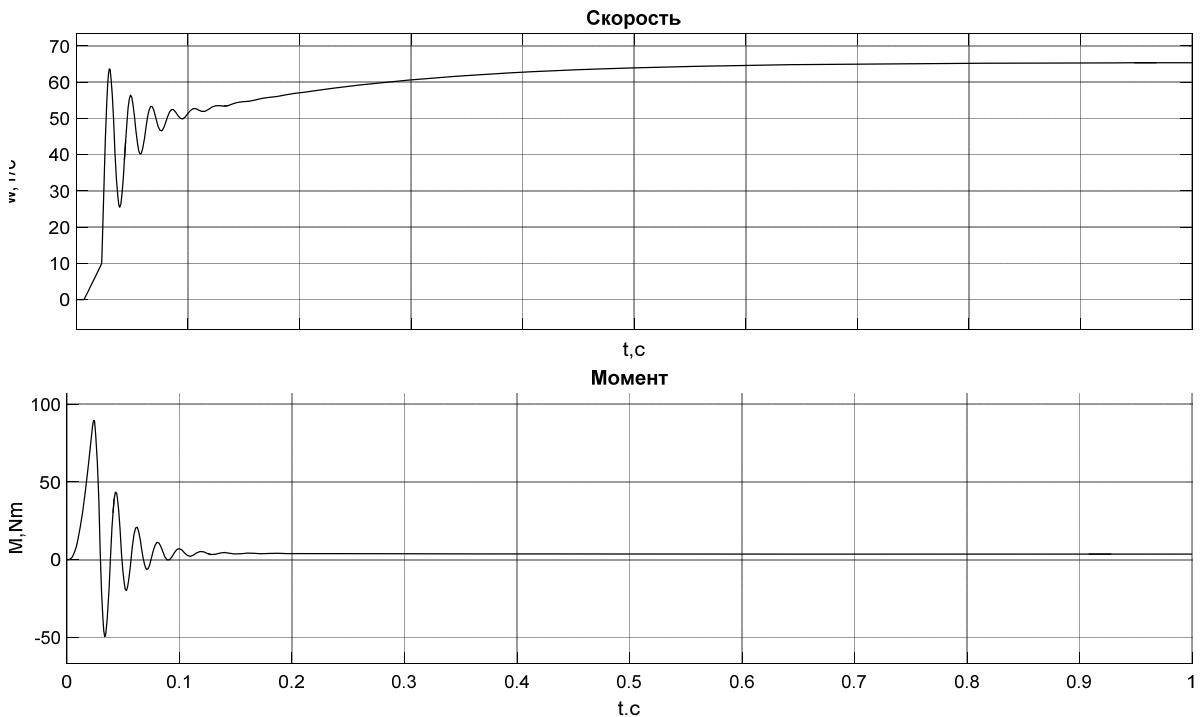


Рис. 2. Графіки перехідного процесу пуску електроприводу з векторним керуванням

Аналіз виразів (1) дозволяє зробити наступні висновки:

– управління електроприводом здійснюється шляхом завдання струму статора по відповідним осях. По осі x задається струм, що визначає потік ротора, по осі у - струм, що визначає момент двигуна. Крім того, поточні значення струму по осі у і потоку ротора визначають спільно з частотою обертання ротора частоту перетворювача, який живить двигун;

– для додання проектованого приводу жорсткості характеристики складові струму статора повинні не змінюватися при впливі надходять при роботі двигуна внутрішніх збурень. Такими властивостями структура, представлена на рис. 2 не володіє.

Реалізація режиму джерела струму в автономному інвертор здійснюється введенням додаткових контурів управління з астатичними регуляторами, на вхід яких подається різниця задає сигналу і сигналу з датчика реального струму двигуна.

На рисунку 3 показана розроблена функціональна схема асинхронного двигуна з векторним керуванням із застосуванням перетворювача частоти з широтно-імпульсною модуляцією.

На відміну від структури на рисунку 1 введений контур струму з реальним перетворювачем. Всі внутрішні обурення, що діють в реальному двигуні і описані системою рівнянь (1), в структурі враховані.

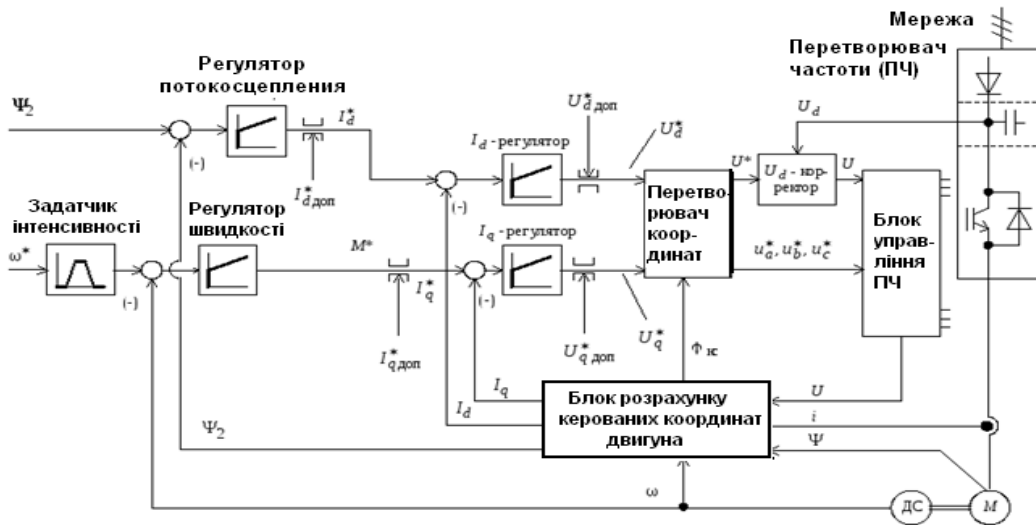


Рис. 3. Функціональна схема асинхронного двигуна з векторним керуванням із застосуванням перетворювача частоти з широтно-імпульсною модуляцією

Для оптимізації процесів векторного керування асинхронним двигуном синтезовано два керуючі контури: потоком і швидкістю з внутрішніми підлеглими контурами струму.

Синтез і розрахунок параметрів регуляторів здійснено в наступній послідовності – пропорційно-інтегрального регулятора струму з передавальною функцією виду [9]:

$$W_{рег}(s) = K_{рег} \frac{T_{уз}s + 1}{T_{уз}s} = 7,492 \frac{0,0123s + 1}{0,0123s}, \quad (2)$$

$$\text{де } K_{рег} = \frac{T'_s R}{T_{\mu 1} a_k K_I K_{oc1}} = \frac{0,0123 \cdot 5,503}{0,0002 \cdot 2 \cdot 31,11 \cdot 0,66} = 7,492; \quad T'_s = T_{уз} = 0,0123 \text{ с} - \text{ велика постійна часу, що дорівнює часу ізодрому};$$

$T_{\mu 1} = T_I + T_{f1} = 0,0002 + 0,00002 = 0,00022 \text{ с}$ - еквівалентна мала постійна часу контуру струму; $a_k = 2$ - коефіцієнт оптимізації.

– пропорційно-інтегрального регулятора потоку з передаточною функцією виду:

$$W_{рег}(s) = K_{рег} \frac{T_{уз}s + 1}{T_{уз}s} = 17,07 \frac{0,165s + 1}{0,165s}, \quad (3)$$

$$\text{де } K_{рег} = \frac{T_r K_{oc1}}{T_{\mu 2} a_k K_r R_r T_r K_{oc2}} = \frac{0,165 \cdot 0,66}{0,00064 \cdot 2 \cdot 0,9344 \cdot 3,233 \cdot 0,165 \cdot 10} = 17,07;$$

$T_r = T_{уз} = 0,165 \text{ с}$ - велика постійна часу, що дорівнює часу ізодрому $T_{уз}$; $T_{\mu 2} = T_c + T_{f2} = 0,00044 + 0,0002 = 0,00064 \text{ с}$ - еквівалентна мала постійна часу контуру потоку; $a_k = 2$ - коефіцієнт оптимізації.

– пропорційно-інтегрального регулятора швидкості з передавальною функцією виду:

$$W_{pez}(s) = K_{pez} \frac{T_{uz}s + 1}{T_{uz}s} = 12.26 \frac{0,00256s + 1}{0,00256s}, \quad (4)$$

де $K_{pez} = \frac{T_{Int} K_{oc1} J}{T_{\mu3} a_k T_e K_{oc3}} = \frac{1 \cdot 0,66 \cdot 0,008}{0,00064 \cdot 2 \cdot 3,3638 \cdot 0,1} = 12.26$; $a_k = b_k = 2$ – коефіцієнт оптимізації;

$T_{\mu3} = T_C + T_{f32} = 0,00044 + 0,0002 = 0,00064$ с – мала постійна часу контуру швидкості; $T_{uz} = a_k b_k T_{\mu3} = 2 \cdot 2 \cdot 0,00064 = 0,00256$ с – еквівалентна постійна часу оптимізованого контуру швидкості, час ізодрому регулятора;

Структурна схема математичної моделі з урахування передаточних функцій регуляторів показана на рисунках 4.

Структура містить контури струму, потоку і швидкості з тими параметрами, які були визначені при оптимізації і дослідженнях (2–4).

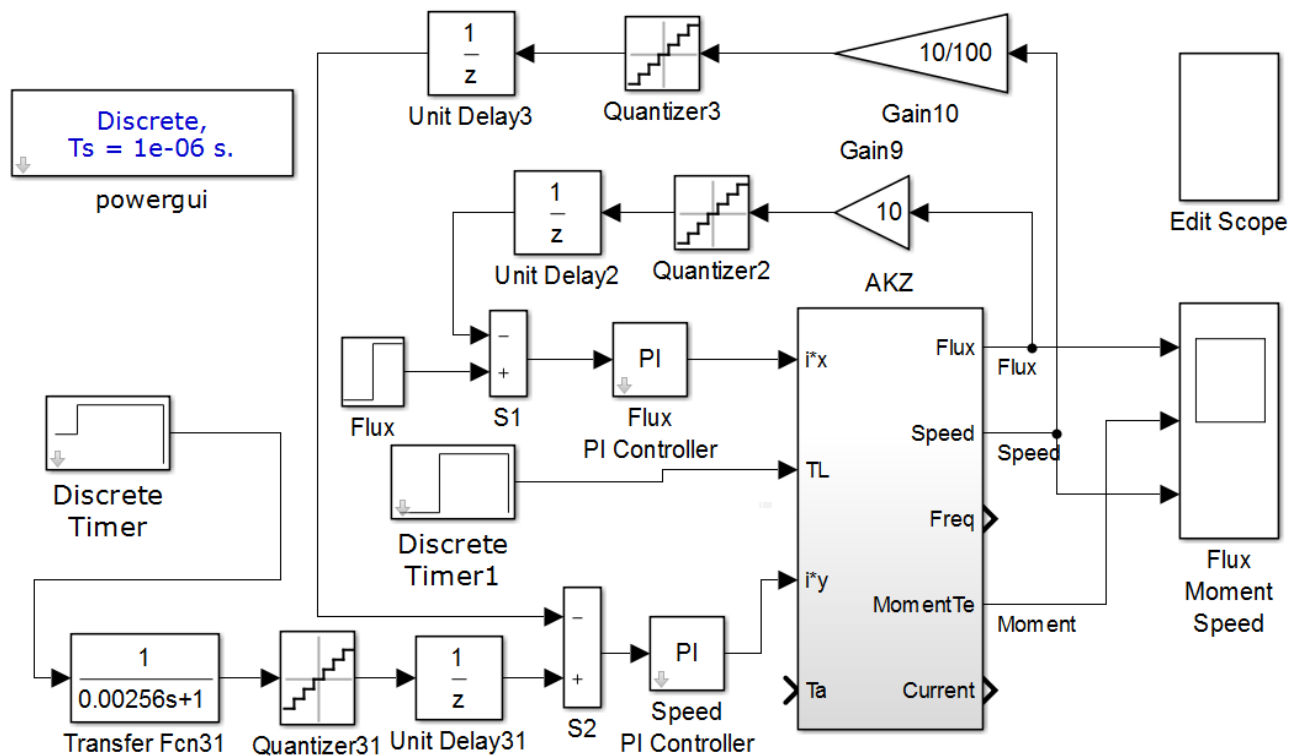


Рис. 4. Схема математичної моделі електроприводу з векторним керуванням

Для демонстрації працездатності приводу при завданні швидкості ± 100 с⁻¹ проведено моделювання при заданому впливі ± 10 В. Результати моделювання представлені на рис. 5.

Дослідження впливу внутрішніх збурень на контури струмів і реалізації інвертора з широтно-імпульсним управлінням дозволило робити висновок про придатність розробленої структури для реалізації електроприводу.

Електропривод проектується із застосуванням частотних перетворювачів. Система управління призначена для пуску, гальмування, реверсування, і зміни швидкості обертання механізмів переміщення столу від електродвигунів з короткозамкненим ротором шляхом зміни частоти напруги статора. Такі системи забезпечують плавність і точність заданих характеристик розгону і гальмування, дозволяють значно скоротити витрати електроенергії,

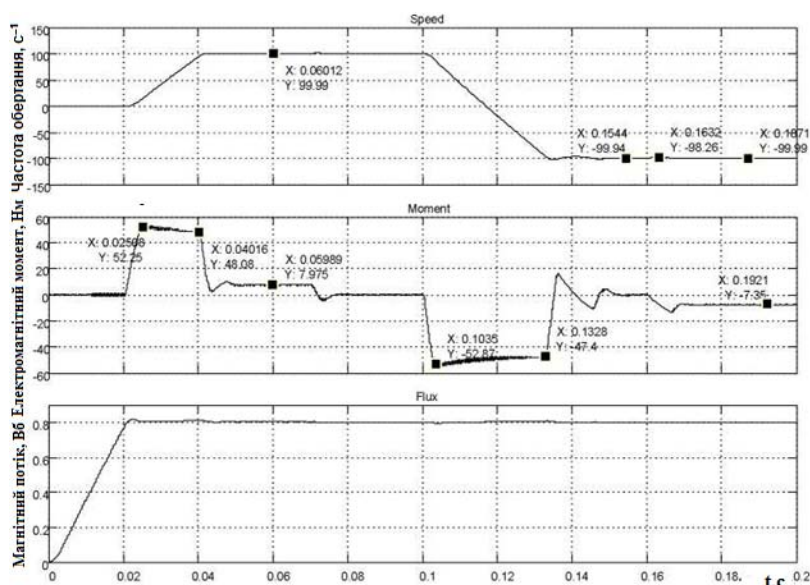


Рис. 5. Результати математичного моделювання пуску-реверсу на 100 c^{-1} з урахуванням внутрішніх збурень, що надходять на контури струмів

ВИСНОВКИ

У статті вирішено актуальне науково-технічне завдання підвищення точності позиціонування 3-х координатного столу апарата МРТ шляхом розробки та дослідження взаємозв'язаного електроприводу з використанням математичних методів, алгоритмів, векторного регулювання електроприводом інформаційного та програмного забезпечення.

За результатами досліджень сформульовані наступні висновки:

1) Підвищено якісні показники технологічного процесу позиціонування 3-х координатного столу апарата МРТ шляхом розробки та дослідження взаємозв'язаного електроприводу з використанням математичних методів, алгоритмів, векторного регулювання електроприводом інформаційного та програмного забезпечення.

2) Зменшено енерговитрати процесу позиціонування столу з пацієнтом шляхом впровадження автоматизованого частотно-регульованого електроприводу.

3) Підвищена безвідмовність функціонування апаратної частини системи управління шляхом її заміни на просторово розподілену систему автоматичного управління технологічним процесом.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горев А. А. Переходные процессы синхронной машины. Ленинград : Наука, 1985. 502 с.
2. Важнов А. И. Переходные процессы в машинах переменного тока. Ленинград : Энергия. Ленингр. отд-ние, 1980. 256 с.
3. Адкинс Б. Общая теория электрических машин. Москва-Ленинград : Госэнергоиздат, 1960. 272 с.
4. Копылов И. П. Математическое моделирование электрических машин: учебник для вузов. Москва : Высш. шк., 2001. 327 с.
5. Петров Л. П. Управление пуском и торможением асинхронных двигателей. Москва : Энергоиздат, 1981. 164 с.
6. Слежановский О. В., Дацковский Л. Х., Кузнецов И. С., Лебедев Е. Д., Тарасенко Л. М. Системы подчиненного регулирования электроприводов переменного тока с вентильными преобразователями. Москва : Энергоатомиздат, 1983. 256 с.
7. Чиликин М. Г., Ключев В. И., Сандлер А. С. Теория автоматизированного электропривода. Москва : Энергия, 1979. 616 с.
8. Чуев П. В. Разработка систем векторного управления асинхронными приводами на базе специализированных сигнальных микроконтроллеров: дис. канд. техн. наук: 05.09.03. Москва, 2002. 254 с.
9. Терёхин В. Б., Дементьев Ю.Н. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. 307 с.

УДК 004.6

Ванін О. С. (КН-19-1мн)

ВИКОРИСТАННЯ ТЕНДЕРНОГО МЕТОДУ РОЗПОДІЛУ ЗАВДАНЬ ПО ВИКОНАВЧИМ РЕСУРСАМ У AGILE-МЕТОДОЛОГІЇ

В рамках статті було виконано аналіз стандартів, методологій і методів, що стосуються розподілу завдань в команді і організації проектної діяльності. На основі опису результату попередніх досліджень була побудована та адаптована математична модель оптимізації централізованого розподілу завдань між виконавчими ресурсами шляхом модернізації та інтегрування методу аукціону. Було розроблено та протестовано прототип програмно-методичного комплексу централізованого розподілу завдань.

The article analyzed the standards, methodologies and techniques related to the distribution of tasks in the team and the organization of project activities. Based on the description of the results of previous research, a mathematical model of optimizing the centralized distribution of tasks between executive resources by modernizing and integrating the auction method was built and adapted. A prototype of a program-methodical complex of centralized distribution of tasks was developed and tested.

У зв'язку зі скороченням бюджетів, що виділяються виробничими і торговими компаніями на оптимізацію бізнесу і впровадження інформаційних систем, системні інтегратори змушені скорочувати і свої витрати, оптимізуючи діяльність, щоб продовжувати успішно конкурувати на ринку.

Проблема полягає в самому процесі розподілу робочого часу для виконавців таким чином, щоб загальний час виконання кожного етапу робіт був мінімальний при мінімальних витратах на виконання без втрати якості або, інакше кажучи, щоб робота була виконана швидко, недорого та якісно. Виникає необхідність застосування різних методів для розподілу завдань між виконавцями та оптимізації процесу розподілу в цілому, тому можна сказати, що ця робота є актуальною.

На сьогоднішній день розроблено та застосовано досить багато методологій керування проектом. Кожна з цих методологій має свої певні нюанси та обмеження, свої переваги та недоліки.

У наш час покращуються накопичувачі пам'яті, значно збільшується швидкість обробки досить великих кластерів пам'яті та швидкість передачі даних. Ці фактори сприяють продовженню досліджень по даній проблемі.

На основі необхідності застосування різних методів для розподілу завдань між виконавцями та оптимізації процесу розподілу в цілому, можна сказати, що ця робота є актуальною.

Проблема оптимального розподілу виробничих завдань, є однією з важливих проблем ефективного планування процесів, пов'язаних з виробництвом на підприємстві. Однак класичний підхід до вирішення цього завдання стає малоприматним, коли окремі етапи виробничого процесу виконуються послідовно і в випадку, коли необхідно враховувати структурні особливості технологічних процесів підприємства.

Ідея визначати та відслідковувати переваги технологічних проектів дозволяє виділяти переваги кожного прийнятого рішення під час будівництва структури та формування наповнення цих проектів. Згідно з авторами Jorge Gomes та Mario Romao [1], кожен успішний проект має опиратися на рівновагу сил в базисі «залізного трикутника», таких факторів як:

- якість;
- собівартість;
- час виконання.

При чому досвід вже існуючих проектних рішень є невід'ємною частиною класичних дослідів управління проектами

Було прийнято рішення будувати систему для підтримки прийняття рішень управління проектами в якості веб-сервісу. Стаття «Business Process Modeling, Task Management, and the Semantic Link» [2] надала інформацію як поєднувати веб-сервіси та моделі завдань у спільній інфраструктурі. Основним наміром є створення виконавчих бізнес-процесів, включаючи загальні веб-сервіси, засновані на шаблонах, які встановлюють взаємозв'язок між сервісною інфраструктурою та управлінням завданнями. Такий підхід значно підвищує гнучкість моделювання процесів завдяки гнучкому визначенню та впровадженню нових моделей завдань та їх включенню у рамки веб-служб. Прийнято використовувати архітектуру (рис. 1), дуже схожу на MVC: Модель бізнес-процесів + Інфраструктура завдань користувачів + Інфраструктура автоматизованих сервісів.

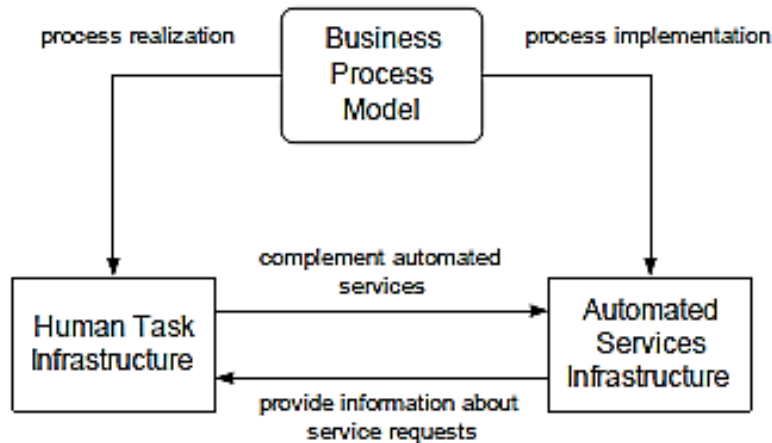


Рис. 1. Модель архітектури веб-служби

Забезпечення ефективності діяльності структурного підрозділу та економічного суб'єкта в цілому вимагає постановки чітких цілей і завдань, усвідомлення менеджером оптимального розподілу обов'язків між членами групи виконавців, побудови системи обліку і контролю поетапного виконання робіт [3]. Було виділено необхідність наявності інспекцій виконання роботи (наприклад, інспекцій коду методом парного програмування, шляхом публікації всередині корпоративного порталу, тощо) та інтеграції з системами безперервного розгортання CI/CD та системами контролю версій (Git, Mercury).

Метою даної роботи є зниження затрат у часі на планування, розподіл та виконання задач шляхом досягнення оптимізації розподілу задач між виконавчими ресурсами.

Об'єктом дослідження виступає процес управління проектами, а предметом – автоматизація процесу розподілу завдань між виконавчими ресурсами.

Розроблена модель розподілу завдань ітеративна, тому її необхідно застосовувати у роботі зі сталим періодом ітерації. Менеджер визначає період робочої ітерації, кінцевий список завдань і самостійно або спільно з експертами вага кожного завдання.

Мотивуючим фактором для виконавця повинна стати оплата праці, розрахована на основі особистого вкладу фахівця в проект. Для цього кожна задача повинна мати вартість - вагу. Вага кожного завдання W_{task} залежить від трьох основних параметрів: коефіцієнта значущості K (суб'єктивного фактору, що відображає значимість виконання завдання на даному етапі реалізації проекту), середньої ставки оплати розробника B_{eng} і тривалості завдання T_{task} .

Вага завдання має вигляд:

$$W_{task} = \frac{K * B_{task}}{T_{task}}. \quad (1)$$

Список завдань виставляється на аукціон. Розробники роблять ставки на кожну задачу в днях, знаючи свій особистий ліміт робочих днів у поточному ітерації. У разі, коли двоє і більше розробників вказують однаковий мінімальний час на виконання завдання, аукціон може бути продовжений. Виконавці, які вказали мінімальну кількість днів на виконання завдання, як ставки знижують особиста вага завдання W_{task} до тих пір, поки не визначиться мінімальна вага, за який розробник готовий взяти завдання в роботу.

По закінченню розробки менеджер проводить приймання задач. Якщо розробник виконав всі свої завдання в рамках ітерації, йому зараховуються ваги по всіх завдань. Вагу завдань, які не були виконані вчасно, на розсуд менеджера присвоюється або присвоюють розробнику, а завдання переходить на наступну ітерацію.

За підсумками звітного періоду проводиться оцінка внеску кожного виконавця в роботу:

$$W_{goal} = \frac{\sum_{j=0}^Z K * B_{task_j}}{\sum_{i=0}^M B_{eng_j}} \quad (2)$$

Якщо $W_{goal} < W_{rep}$, то має місце перевиконання плану, а значить, працівник заслуговує заохочення. У разі, коли $W_{goal} > W_{rep}$ - план не виконаний. Ідеальною для роботодавця є ситуація, коли $W_{goal} = W_{rep}$, бо в такому випадку планування є точним, але в реальному плані треба враховувати похибку, що в середньому не перевищує 5 %.

Розподіл вважається оптимальним, якщо різниця між W_{goal} та W_{rep} є близька до 0 та час виконання T_{task} є мінімальним.

На основі аналізу предметної області та виявлених вимог щодо розроблюваного програмного продукту розроблена діаграма прецедентів використання, яка представлена на рис. 2.

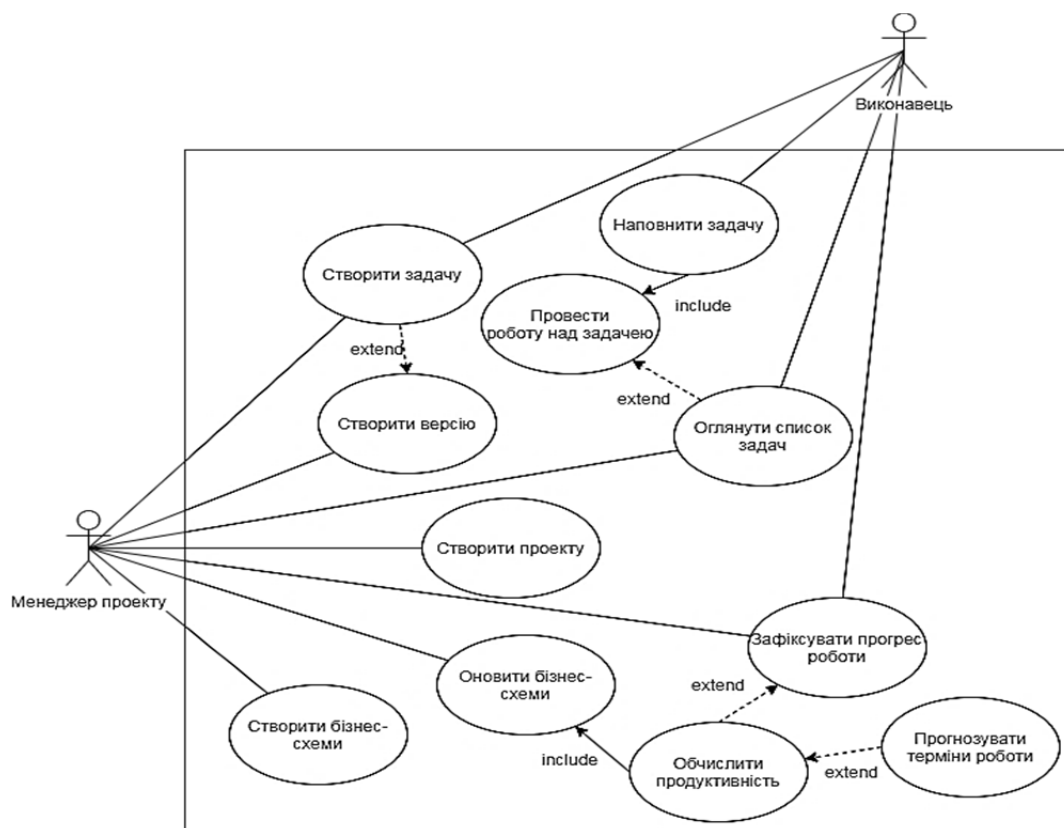


Рис. 2. Діаграма прецедентів системи менеджменту задач

На основі розробленої моделі розроблено прототип програмно-методичного комплексу централізованого розподілу завдань. ПМК спрямований на полегшення та покращення роботи проект-менеджера, шляхом збору даних, аналізу та видачі рекомендацій щодо зайнятості виконавців та розподілення таким чином, щоб загальний час виконання пакету завдань був мінімальний при відносно сталій ефективності та якості роботи команди виконавців.

Програмна частина реалізована з використанням Web-технологій та мов програмування PHP, Python та JavaScript. За допомогою JavaScript побудовано клієнтська сторона Web-додатку, серверна сторона використовує технології PHP для роботи з базою даних та первинних обчислень, для більш складних робіт застосовано використання Python-скриптів, що викликаються планувальником завдань CRON у запланований для цього час.

ВИСНОВКИ

В даній роботі було виконано аналіз стандартів, методологій і методів, що стосуються розподілу завдань в команді і організації проектної діяльності. В ході аналізу предметної області виділені основні критерії, що впливають на успішність розподілу завдань, такі як вага, оцінка терміновості задачі та ступінь зацікавленості виконавця. Це надало базу для формулювання математичної моделі розподілу завдань, а також дало визначення критеріїв для спостереження.

На основі опису результату попередніх досліджень була побудована та адаптована математична модель оптимізації централізованого розподілу завдань між виконавчими ресурсами шляхом модернізації та інтегрування методу аукціону, основною перевагою якого є відсутність прямого диктату менеджера, виконавці можуть самі вибирати роботу. При виконанні плану на звітний період у розробників з'являється вільний час, який можна витратити на саморозвиток.

Прийнято рішення вирішувати задачу оптимізації методом динамічного програмування. Задачею оптимізації є мінімізація різниць між прогнозованими термінами і вагами завдань та реальними в умовах фіксованого набору виконавчих ресурсів та фіксованої межі напрацювання цих ресурсів, а також при фіксації затрат на обслуговування виконавців, менеджера та на підтримку робочого процесу виконання завдань.

Було розроблено прототип програмно-методичного комплексу централізованого розподілу завдань. ПМК спрямований на полегшення та покращення роботи проект-менеджера, шляхом збору даних, аналізу та видачі рекомендацій щодо зайнятості виконавців та розподілення таким чином, щоб загальний час виконання пакету завдань був мінімальний при відносно сталій ефективності та якості роботи команди виконавців.

На основі створеної математичної моделі було реалізовано програмну частину програмно-методичного комплексу з використанням Web-технологій та мов програмування PHP, Python та JavaScript.

Було проведено тестування прототипу ПМК та порівняння ефективності його впливу на роботу команди, в рамках тестування досліджений зв'язок між параметрами системи для подальшого корегування та покращення методики роботи.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Jorge Gomesa, Mário Romãoa. Improving project success: A case study using benefits and project management. - *Procedia Computer Science* 100. *International Conference on Project Management*. 2016. Pp. 489–497. DOI: 10.1016/j.procs.2016.09.187.
2. Uwe V. Riss, Ingo Weber, Olaf Grebner. Business Process Modeling, Task Management, and the Semantic Link. - Conference: *AI Meets Business Rules and Process Management*. Stanford, California, USA. 2008.
3. Golikova O. V., Fedorov A. R., Vasilchuk K. S., Dorofeev A. V. The problem of providing efficient operation in the process of software development on the example of «VKMiner». *Вісник Волзького університету імені В. Н. Татіщева*. № 2. 2016 р. С. 131–136. ISSN: 2076-7919.

УДК 004.51

Гладченко Д. О. (КН-19мн)

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОСОБІВ РОЗМІЩЕННЯ КОНТЕНТУ НА ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСАХ УЧБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Визначені основні критерії для оцінки ефективності способів представлення та розміщення контенту на учбових інтернет-ресурсах. Створена математична модель для кількісної оцінки варіантів представлення та розміщення контенту на основі фіксації рівня засвоєння інформації користувачем та часу його роботи з статтею. Сформований план аналізу та визначені методи проведення експерименту: тестування та опитування користувачів. Розроблений програмний продукт для проведення тестувань та опитувань користувачів стосовно параметрів представленої інформації.

The main criteria for evaluating the effectiveness of ways of presenting and placing content on educational Internet resources are identified. A mathematical model has been created to quantify the options for presenting and placing content based on fixing the level of information assimilation by the user and the time of his work with the article. The analysis plan is formed and the methods of conducting the experiment are defined: testing and user survey. Developed a software product for testing and user surveys.

Використання інтернету, як додаткового джерела інформації увійшло у процес навчальної діяльності з початку двадцять першого століття. Сторінки сайтів мережі Інтернет є окремим екраном реалізації, який складається з елементів контенту, навігації, зворотного зв'язку і т. п. [1].

Зважаючи на стрімкий розвиток середовищ програмування інтернет-додатків та фреймворків створено багато інтернет-додатків учбового призначення для самостійного навчання користувачів, але вони не позбавлені тих чи інших недоліків: слабка структурованість інформації, відсутність зручного інтерфейсу та відсутність адаптованості під використання з смартфонів, що призводить до збільшення часу обробки теоретичної інформації. Дослідження закономірностей між дизайном сайту та результатами засвоєння нового матеріалу дозволить сформулювати основні правила розташування контенту на сторінці сайту для покращення роботи користувача, тому визначення ефективності кожного з цих методів є актуальним у сфері розробки інтернет-додатків. Слід зазначити, що подання інформації йде в умовах віртуальних комунікацій і відповідно до їх основних властивостей супроводжується втратою частини семантичної інформації [2, 3].

Основними складовими контенту учбового інтернет ресурсу є текстова та графічна інформація [4]. Оцінити ефективність способів представлення та розміщення інформації можливо за допомогою методів опитування та тестування користувачів. Анкетування (опитування) – це прямий метод оцінки, за допомогою якого здійснюється збір думок користувачів про представлення інформації за допомогою наперед створених анкетах [5]. Тестування – спосіб вивчення процесів діяльності системи або людини, за допомогою зміни тих чи інших факторів і відстеження доступних спостереженню змін в ній [6]. Тестування базується на визначенні часу обробки інформації користувачем, рівня засвоєння матеріалу та рівня складності сприйняття тексту.

На основі аналізу виділений перелік факторів для оцінки в процесі опитувань: визначення структури позиціонування інформації, найкращого розміру шрифту для основної інформації статей, кількості шрифтів для основної інформації статей, розташування зображень на сторінці. Схема проведення опитувань в процесі дослідження представлена на рисунку 1. Для проведення кожного опитування було створено анкети, котрі складаються з m – питань.



Рис. 1. Схема проведення опитувань в процесі дослідження

Опитування базуються на експертній оцінці особливостей способів розміщення контенту. Для обробки результатів опитувань необхідно знайти суму оцінок критеріїв опитування. Сума оцінок розраховується за формулою 1:

$$S = a + a_2 + a_3 + a_i, \quad (1)$$

де a – бальна оцінка критерію опитування.

Після проведення достатньої кількості опитувань визначимо середнє значення ефективності способу взагалі, для кожного опитування за формулою 2:

$$S_{\text{сер}} = \frac{\sum S_i}{i}, \quad (2)$$

де i – кількість відібраних записів для визначення середнього значення.

Після проведення опитувань проводилось тестування користувачів.

Для проведення тестування до вибраної статті створюється n -контрольних питань за змістом статті. Кожне питання має чотири варіанти відповіді. Правильним є лише один варіант. Якщо користувач правильно відповів менш ніж на тридцять відсотків питань правильно то цей екземпляр тестування не враховується у подальших розрахунках. Час тестування враховується від початку ознайомлення с змістом статті до початку дачі відповідей на контрольні питання.

Перелік тестів в порядку їх проведення: знаходження найкращого розміру шрифту для основної інформації статей, визначення найкращого позиції зображень на сторінці які несуть смислове навантаження, визначення ефективності виділення за допомогою кольору тексту, та ефективності виділення за допомогою жирності тексту. Схема проведення тестувань в процесі дослідження представлена на рисунку 2.

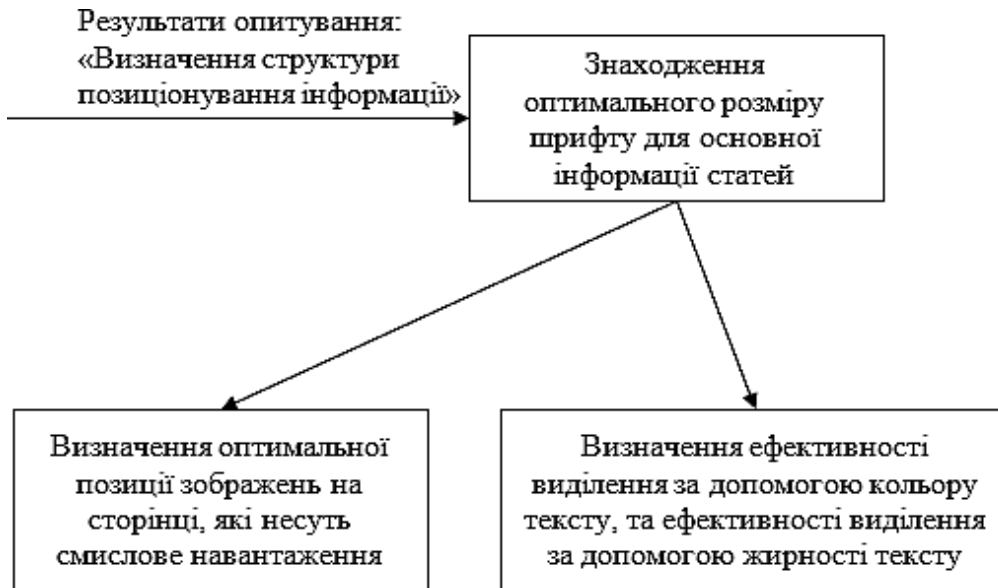


Рис. 2. Схема проведення тестувань в процесі дослідження

Рівень засвоєння нових знань знаходиться за формулою 3:

$$R = \frac{c}{T} * P, \quad (3)$$

де P – відсоток правильних відповідей на контрольні питання за змістом статті,
 T – час ознайомлення (читання) з статтею (секунди),
 C – рівень складності сприймання тексту статті.

Рівень складності сприйняття тексту статті знаходиться за формулою 4:

$$C = \frac{CLI + ARI}{2}. \quad (4)$$

де CLI – Індекс Колман – Ліау зручності читання [7], ARI - Автоматичний індекс зручності читання [8].

Індекс Колман – Ліау знаходиться за формулою 5:

$$CLI = 0.0588L - 0.296S - 15.8. \quad (5)$$

де L – середня кількість букв на 100 слів, S - середнє число речень на 100 слів.

Автоматичний індекс зручності читання знаходиться за формулою 6:

$$ARI = 4.71 \left(\frac{\text{символи}}{\text{слова}} \right) + 0.5 \left(\frac{\text{слова}}{\text{символи}} \right) - 21.43. \quad (6)$$

Після проведення достатньої кількості замірів можливо визначити середнє значення ефективності способу за допомогою формули 7:

$$R_{\text{сер}} = \frac{\sum R_i}{i}, \quad (7)$$

де i – кількість відібраних записів для визначення середнього значення.

Для того, щоб визначити ефективність способів розміщення контенту був створений програмний продукт, основний функціонал якого представлено на рисунку 3.

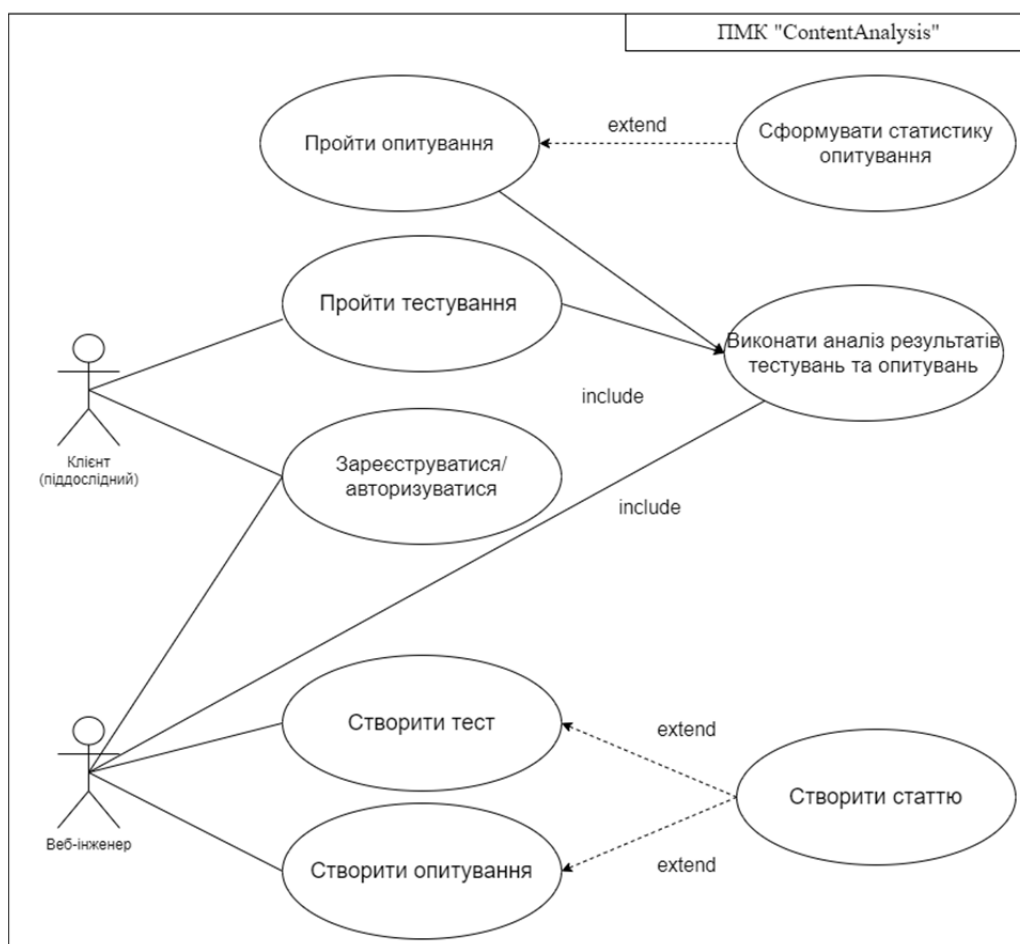


Рис. 3. Діаграма прецедентів ПМК для оцінки ефективності способів розміщення контенту на інтернет ресурсах учбового призначення «ContentAnalysis»

За допомогою створеного ПМК «ContentAnalysis» був проведений аналіз способів розміщення контенту. Як показано на рисунку 1 першим у списку є визначення структури позиціонування основної інформації. У таблиці 1 представлено список питань цього опитування та тип оцінювання.

Таблиця 1

Список питань анкети опитування для визначення найефективнішої структури позиціонування інформації зважаючи на вподобання користувача

№	Критерій (m)	Тип оцінки
1	Дайте бальну оцінку легкості читання тексту статті	0-10 балів
2	Дайте бальну оцінку контрасту між кольором тексту та кольором фону сторінки (критерій перевірки)	0-10 балів
3	Дайте бальну оцінку комфортності праці з інформацією, якщо вікно браузера розмістити тільки на половині екрану	0-10 балів
4	Дайте бальну оцінку зручності стилю розбиття інформації на блоки	0-10 балів

У цьому опитуванні не враховується другий критерій, тому що він необхідний для перевірки адекватності результату. Якщо перший та другий критерій відрізняються більш ніж на 4 бали то цей екземпляр опитування не ураховується.

Всього для даного експерименту створено три опитування у яких основна інформація статті розташована у одну, дві та три колонки. Схеми розміщення інформації представлені на рисунку 4.

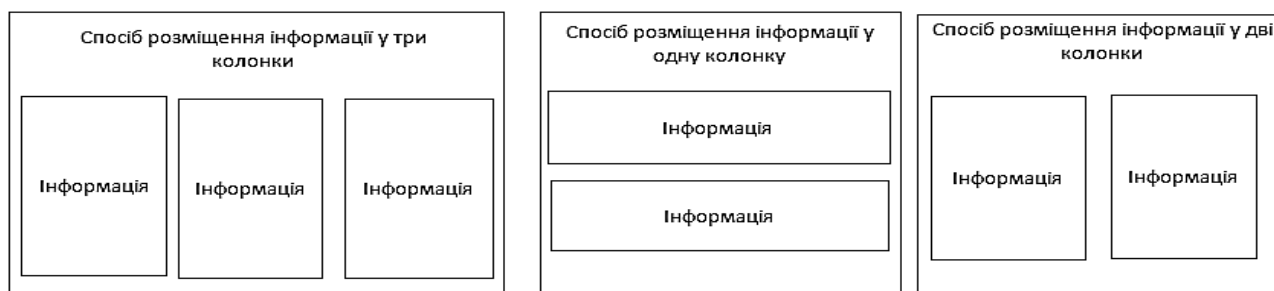


Рис. 4. Схеми розміщення основної інформації на сторінках сайту

Результати опитування визначення структури позиціонування інформації представлені на рисунку 5.

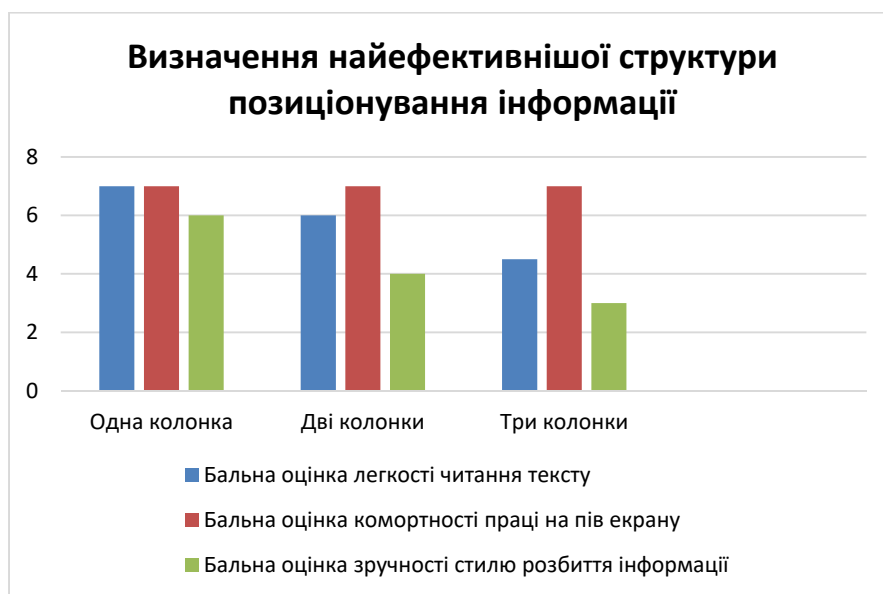


Рис. 5. Бальна оцінка опитувань для визначення найефективнішої структури позиціонування інформації

Аналізуючи результати опитування можливо зробити висновок, що найбільшу бальну оцінку отримав спосіб розміщення інформації в одну колонку.

Другим проводилось опитування для визначення найкращого розміру шрифту для основної інформації статей. Всього було створено три опитування, розмір шрифтів визначався динамічно: $0.8vw$ – мінімальний розмір (перше опитування), $1.2vw$ – середній розмір (друге опитування), $1.7vw$ – найбільший розмір (третє опитування). Інформація у статтях розміщена в одну колонку за схемою представленою на рисунку 5. Параметри статей представлено в таблиці 2.

Таблиця 2

Параметри статей для визначення найкращого розміру шрифту для основної інформації

№	Символів	Слів	Речень	Індекс Колман-Ліау	Автоматичний індекс легкості читання	Розмір шрифту
1	2823	377	37	12	10	$0.8vw$
2	2892	376	38	13	10	$1.2vw$
3	2555	343	38	12	9	$1.7vw$

У таблиці 3 представлений список питань для визначення найкращого розміру шрифту для основної інформації статей з точки зору користувачів.

Таблиця 3
Список питань анкети опитування для визначення найкращого розміру шрифту для основної інформації статей

№	Критерій (m)	Тип оцінки
1	Дайте бальну оцінку легкості читання тексту статті	0-10 балів
2	Дайте бальну оцінку контрасту між кольором тексту та кольором фону сторінки (критерій перевірки)	0-10 балів
3	Дайте бальну оцінку комфортності праці з інформацією, якщо вікно браузера розмістити тільки на половині екрану	0-10 балів

Не враховується лише другий критерій, тому що він необхідний для перевірки адекватності результату. Якщо перший та другий критерій відрізняються більш ніж на 4 бали, то цей екземпляр опитування не урахується. Результати опитувань для визначення найкращого розміру шрифту для основної інформації статей представлені на рисунку 6.

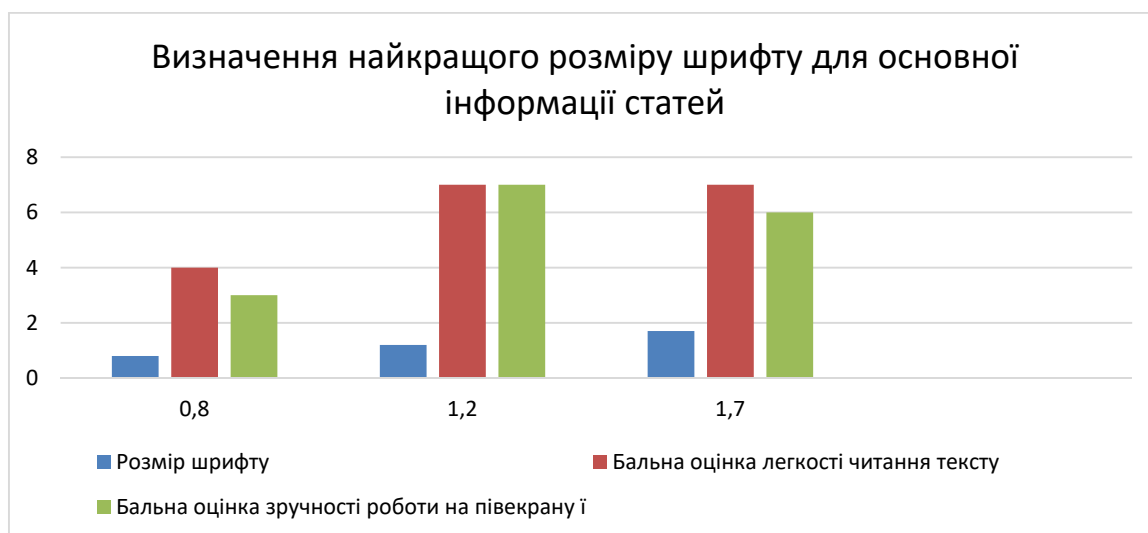


Рис. 6. Бальна оцінка результатів опитувань для визначення найкращого розміру шрифту для основної інформації статей

За результатами опитувань найбільшу бальну оцінку отримав середній розмір шрифту (1.2vw).

Далі проводилось опитування для визначення найкращого кількості шрифтів для основної інформації статті. Для проведення цього дослідження було створено три опитування. До кожного опитування створено по одній статті. Інформація у статтях розміщена в одну колонку за схемою представленою на рисунку 4. У першій статті інформація відредагована одним шрифтом. У другій статті інформація відредагована двома шрифтами. У третій статті інформація відредагована трьома шрифтами.

У таблиці 4 представлений список питань анкети для визначення найкращої кількості шрифтів для основної інформації статей.

Таблиця 4
Список питань анкети опитування для визначення найкращої кількості шрифтів для основної інформації статей

№	Критерій (m)	Тип оцінки
1	Дайте бальну оцінку легкості читання тексту статті	0-10 балів
2	Дайте бальну оцінку необхідності використання (1,2,3) шрифтів	0-10 балів

Результати опитування представлені на рисунку 7.

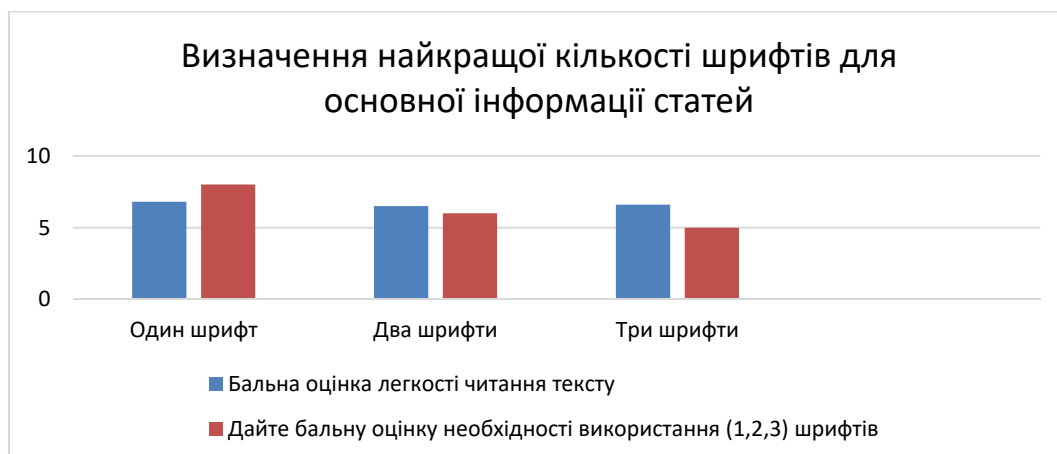


Рис. 7. Бальна оцінка результатів опитувань для визначення найкращої кількості шрифтів для основної інформації статей

З точки зору вподобань користувача найкращим є використання одного шрифту для основної інформації статей.

Далі проводилось дослідження для визначення найкращої позиції зображень на сторінці які несуть смислове навантаження. Для цього було створено три опитування. Для кожного опитування було створено статтю, у якій зображення розташовувалися різними способами.

Способи розміщення зображень представлено на рисунку 8.

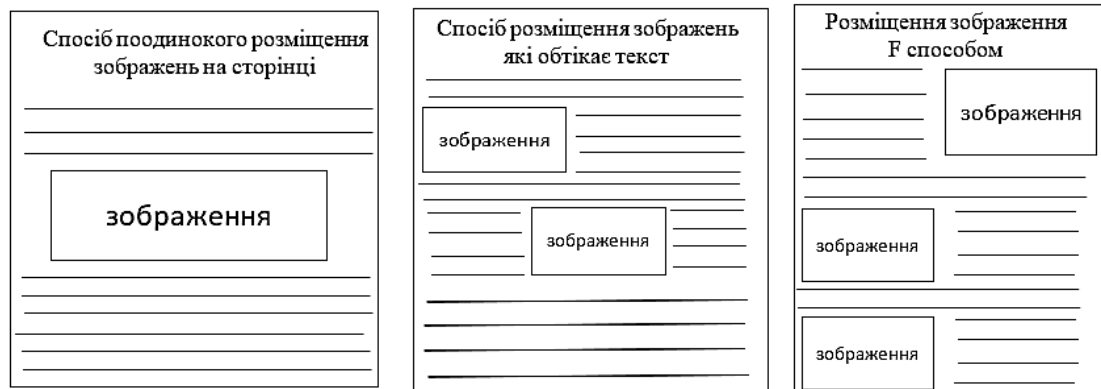


Рис. 8. Способи розміщення зображень на сторінках сайтів

У таблиці 5 представлений список питань анкет опитувань для визначення найкращої позиції зображень на сторінці.

Таблиця 5

Список питань анкет опитування для визначення найкращої позиції зображень на сторінці

№	Критерій (m)	Тип оцінки
1	Дайте бальну оцінку легкості сприйняття тексту розміщеного на сторінці разом з зображеннями	0-10 балів
2	На скільки Вам подобається місця розміщення зображень	0-10 балів

Результати опитування представлені на рисунку 9.

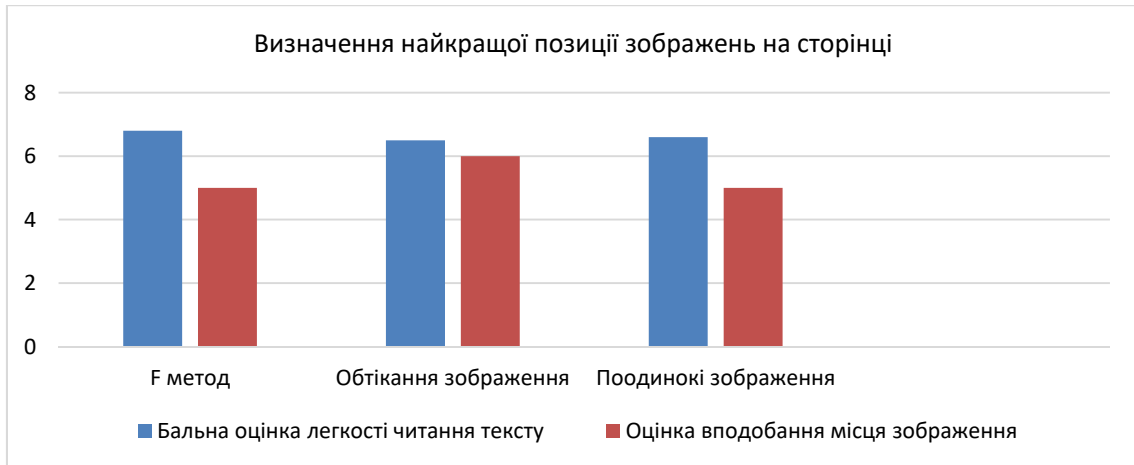


Рис. 9. Бальна оцінка результатів опитувань для визначення найкращого способу позиціонування зображень на сторінці

Найбільш оціненим за результатами опитувань способом розміщення зображень виявився - F-спосіб.

Далі проводились тестування. Першим проводилось тестування для визначення найкращого розміру шрифту для основної інформації статей. Всього було створено три тести, розмір шрифтів визначався динамічно: 0.8vw – мінімальний розмір (перше опитування), 1.2vw – середній розмір (друге опитування), 1.7vw – найбільший розмір (третє опитування). Інформація у статтях розміщена за схемою представленою за допомогою способу розміщення контенту у одну колонку як представлено на рисунку 4. Параметри статей представлено у таблиці 6. Для кожного тесту було створено $n = 10$ контрольних питань. Результати тестування представлені на рисунку 10.

Таблиця 6

Параметри статей для визначення найкращого розміру шрифту для основної інформації статей

Розмір шрифту	Складність статті	Відсоток правильних відповідей	Час (секунди)	Бальна оцінка
0,8vw	11	71,9	132	5,44
1,2vw	11	82,5	119	6,9
1.7vw	11	81	145	5,58

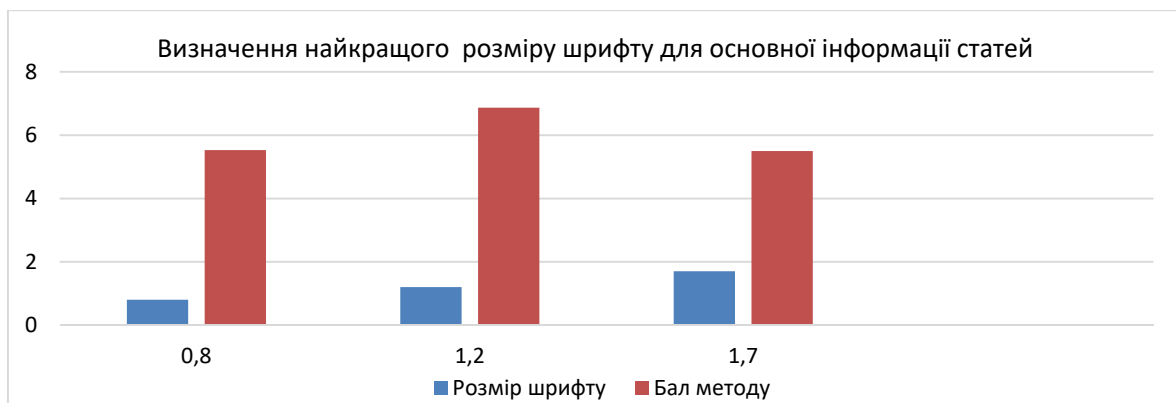


Рис. 10. Бальна оцінка результатів тестувань для визначення найкращого розміру шрифту для основної інформації статей

На основі результатів тестувань можливо зробити висновок, що найкращим розміром шрифту є розмір 1,2vw.

Другим проводилось тестування для визначення найкращим позиції зображень на сторінці, які несуть основне смислове навантаження. Для проведення цього дослідження було створено три тесту. Для кожного тесту було створено статтю, у яких зображення розташовувалися різними способами. Способи розміщення зображень представлено на рисунках 8. Для кожного тесту було створено $n = 8$ контрольних питань. Результати тестування представлені на рисунку 11 та у таблиці 7.

Таблиця 7

Бальна оцінка тестування способів визначення найкращої позиції зображень на сторінці

Способи розміщення	Відсоток правильних відповідей	Час (секунди)
F спосіб	86	66
Обтікання зображення	79	55
Поодинокі зображення	78	61

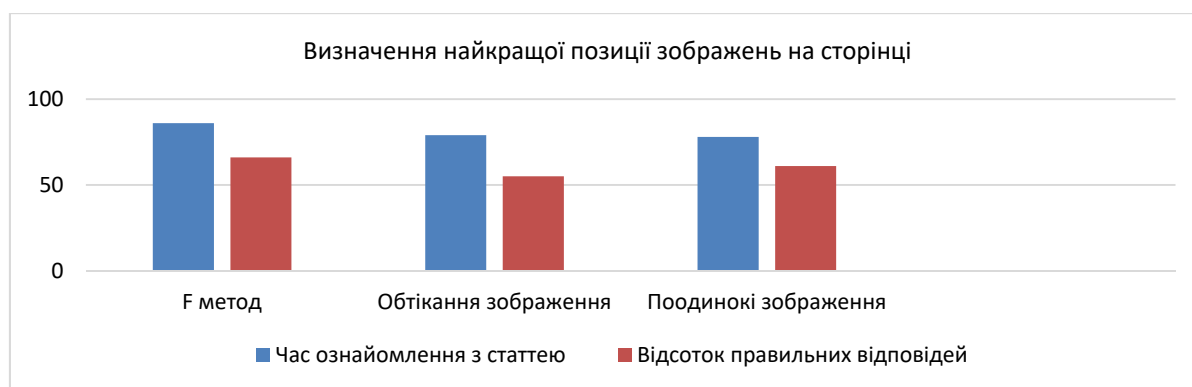


Рис. 11. Бальна оцінка результатів тестувань для визначення найкращого способу розміщення зображення на сторінці сайту

Аналізуючи отримані данні можливо зробити висновок, що найкращим способом розміщення є F-спосіб.

Останнім проводилось тестування для визначення ефективності виділення за допомогою кольору тексту, та ефективності виділення за допомогою жирності тексту

Для проведення цього дослідження було створено три тесту. Для кожного тесту було створено статтю. Одна стаття без виділення ключової інформації, друга з виділенням жирністю тексту, у третій ключова інформація виділена червоним кольором. Інформація у статтях розміщена за схемою представленою за допомогою способу розміщення контенту у одну колонку, як представлено на рисунку 4. Для кожного тесту було створено $n = 10$ контрольних питань. Статистика статей представлено у таблиці 8.

Таблиця 8

Параметри статей тестувань для визначення ефективності виділення за допомогою кольору тексту та ефективності виділення за допомогою жирності тексту

№	Символів	Слів	Речень	Індекс Колман - Ліау	Автоматичний індекс легкості читання	Тип виділення
1	2316	321	14	13	12	Без
2	2279	286	19	15	12	«Жирність»
3	3094	405	22	14	12	Колір

Результати тестування представлені на рисунку 12



Рис. 12. Бальна оцінка результатів тестувань для визначення ефективності виділення за допомогою кольору тексту та ефективності виділення за допомогою жирності тексту

Найефективнішим способом виділення, зважаючи на результати тестувань, виявився спосіб виділення кольором. Але різниця не є сильною, тому використання способу виділення жирністю має майже таку ефективність.

ВИСНОВКИ

Створена математична модель для визначення ефективності способів представлення та розміщення контенту на основі рівня засвоєння нових знань, часу читання статей та рівня складності сприйняття статей. Створено ПМК для оцінки ефективності способів розміщення контенту на інтернет ресурсах учбового призначення.

На основі результатів тестувань та опитувань було обрано найбільш ефективні способи розміщення контенту з точки зору ефективності роботи користувача для учбових інтернет ресурсів, а саме: розміщення основної інформації виконувати в одну колонку, розмір основного тексту вибирати рівним 1.2 vw, використовувати один шрифт для основної інформації, ключову інформацію найбільш ефективно виділяти кольором, а розміщення зображень – за схемою F.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ромашев В. Система управления содержимым сайта. Питер, 2010. 256 с.
2. Муромцев В. В. Особенности информационного обеспечения управления в организационных системах. *Проблемы регионального и муниципального управления*. 2009. С. 253–257.
3. Батенькина О. В. Методы оценки удовлетворенности пользователей при тестировании юзабилити информационных систем. *Московский Научный Вестник*. 2016. № 5. 201 с.
4. Киссейн Э. Основы контентной стратегии. Манн, Иванов и Фербер, 2012. 128 с.
5. Козенюк А. І., Міллер А. Й. Анкетування Юридична енциклопедія. Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 1998. 672 с.
6. Кабанова Т. А., Новиков В. А. Тестирование в современном образовании. Высшая школа, 2010. 384 с.
7. Coleman, Meri & Liau, T. L. A computer readability formula designed for machine scoring. *Journal of Applied Psychology*. 1975. P. 283–284.
8. Senter R. J., Smith E. A. Automated Readability Index. Wright-Patterson Air Force Base. 1967. 3 p.

Стаття надійшла до редакції 11.05.2021 р.

УДК 004.9

Кононенко А. О. (КН-19-1мн)

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЛАНУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ІГРОВИМИ ДАНИМИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГРИ

Стаття присвячена автоматизації планування ігрових оновлень на основі дослідження наукової літератури, що описує важливі дані, якими маніпулює геймдизайнер для створення гри. Визначено набір параметрів, які повинні аналізуватися програмним продуктом для формування коректного списку рекомендацій щодо покращення гри. Наведено приклад розробленого WEB-додатку.

The article is sanctified to the automation of game update planning based on a research of the scientific literature, which describes the important data manipulated by the game designer to create the game. Defined a set of parameters that should be analyzed by the software product to form a correct list of recommendations for improving the game. An example of a developed WEB-application is given.

Сфера ігор постійно розвивається, вимагає гнучких ідей, швидкого випуску оновлень, а також високої якості продукту. Для росту і розвитку необхідно на постійній основі отримувати інформацію про потреби гравців в залежності від вікової та матеріально забезпеченої категорій, а також технічні можливості цільової країни (середня потужність комп'ютерів гравців, затребувана платформа гри, тощо). Якщо неправильно аналізувати отримані дані, то буде спостерігатися втрата прибутку, зниження кількості гравців в цілому. На аналіз існуючої гри йде багато часу, а саме від декількох годин до повного дня (щодня) за умови наявності потужних ПК та наявності універсального інструментарію для структуризації та збереження даних про активність гравців. Виникає багато помилок і недоробок, які незабаром призводять до втрати користувачів і падіння платежів [1].

Оскільки попит на ринку ігор зростає, з'являється необхідність скорочувати час на розробку оновлень. Через те, що геймдизайнер має щільно заповнений графік роботи, він не може проводити дослідження та аналіз активності гравців на постійній основі, а такі дослідження повинні проводитися щонайбільше кожного дня, щонайменше перед плануванням кожного оновлення, щоб не втрачати зацікавлених гравців через невиконання вимоги ігрової індустрії: оновлення гри кожного місяця та втілення побажань користувачів. Через вище зазначені невіршені питання, можна зробити висновок, що робота є актуальною.

Метою роботи є поліпшення якості гри, прискорення процесу планування та управління ігровими даними шляхом автоматизації щоденного аналізу залогованих даних гравців, генерування рекомендацій для виправлення критичних недоліків ігрової програми за допомогою ПМК для планування та управління ігровими даними.

Ігри стали важливим компонентом життя для людей будь-якої вікової категорії. Відповідно до дослідження, у цій галузі працюють понад 100 компаній, 75 % головних офісів яких розташовані в українських містах. Аналіз прибутку ігор з free-to-play системою монетизації наведений на рисунку 1.

	2019	2020	2021
Мобільні	\$67,00	\$73,80	\$75,60
ПК	\$21,50	\$22,70	\$23,10
Консоль	\$1,60	\$1,80	\$2,80
Всього	\$90,10	\$98,30	\$101,50

Рис. 1. Прибуток free-to-play ігор, в млрд дол

Проаналізувавши отриману статистику, було виявлено, що найбільші прибутки в 2020 році надходили від мобільної аудиторії, та склали 75 % прибутку глобального ігрового ринку.

Протягом трьох років в мобільних іграх спостерігається найбільша позитивна прогресія стосовно користувачів, які платять. 95 % гравців воліють мобільні ігри в силу їх доступності та зручності [2].

Отже при розробці програмного продукту, а саме при розробці методики формування рекомендацій щодо покращення гри, слід брати до уваги:

- скорочення часу на випуск оновлення, оскільки гра на мобільному телефоні відбувається швидше, ніж на ПК;
- необхідна оптимізація гри через можливу нестачу пам'яті на смартфонах. Потрібно намагатися орієнтуватися на цільову аудиторію, яка має телефони з об'ємом пам'яті 16 ГБ;
- організація зручних засобів зв'язку з користувачами гри.

Для можливості використання гри великою кількістю людей (1 мільйон та більше) ігри мають декілька серверів, які розташовані в будь-яких країнах світу. Завдяки цьому потужності роботи цих серверів розділені на рівні частини. Під час спроби користувача увійти у гру, він потрапляє на той сервер, який найменш завантажений та найближче розташований до нього. Такий розподіл між серверами допомагає знизити ризик втрати можливості входу у гру гравцями під час виходу з ладу одного з них, а також запобігти перенавантаженню серверів через велику кількість одночасно активних гравців. Отже потрібно аналізувати діяльність серверів для виявлення проблем з їх працездатністю та надавати термінові рекомендації про потребу виправлення.

База даних (рис. 2) заповнюється або за допомогою програмного продукту, тобто дані, які додає геймдизайнер, одразу заносяться в базу даних, або автоматично логованими даними з серверів користувачів. Запити до бази даних виконуються за допомогою механізму роботи з базою даних Facade DB. В якості покращення програмного продукту рекомендовано реалізувати запити додавання, редагування, видалення, створення через програмний продукт, які доповнять вже реалізований функціонал аналізу даних бази даних для подальшого складання статистики.

В ході проектування ER-діаграми для програмного комплексу планування та управління ігровими даними було виділено наступні сутності: квест, умова, прогрес, гравець, ресурс, платіж, об'єкт та рівень. Головною сутністю є гравець. В програмному продукті аналізуються залоговані дані кожного гравця, а саме дані в таких сутностях: Платіж, Прогрес, Забезпеченість (в даному випадку, наявність ресурсів у гравця).

Всі ці дані аналізуються для формування та виведення рекомендацій щодо покращення гри (рис.3) за наступним сценарієм:

- запит логів сервера – запит на отримання всіх даних, які використовуються в дослідженні, за останній місяць;
- формування відповіді з помилкою – у випадку невдалої спроби підключення до логів (проблеми з мережею, з самим логом, не підтверджений користувач), користувачеві ПП виводиться інформація про помилку;
- формування статистики – на цьому етапі користувач ПП отримує дані про загальну кількість гравців в грі та країнах, у яких затребувана гра;
- аналіз ігрової діяльності – на даному етапі відбувається аналіз логованих даних з серверів гравців, щоб з'ясувати кількість користувачів, які досягли максимального рівня гри або виконали всі завдання, які додані на даний момент в гру;
- аналіз платежів – відбувається аналіз обсягу платежів користувачів у грі, країн, з яких надходить найбільше прибутку, затребувані типи платежів (докупка ресурсів, прискорення таймерів, пропуск завдань, інше);
- аналіз ігрових механік – якщо інформація про платежі відсутня, тоді аналізуються ігрові об'єкти, і відбувається пошук по них найбільш затребуваного, який найчастіше використовується гравцями;

- аналіз ігрових ресурсів – аналізується наявна інформація про затребуваність ігрових ресурсів, які найчастіше докуповуються за преміальну валюту гри, щоб у подальших оновленнях використовувати цю інформацію з метою підвищення платежів;

- аналіз ігрових сесій – виявляються провали в активності гравців з будь-яких причин: гравець пішов з гри, вихід з ладу одного з серверів і т. д., а також країни і час доби з найбільшою і найменшою активності гравців;

- отримання списку рекомендацій - це завершальний етап, який підводить підсумки і видає чітку інформацію гейм-дизайнеру у вигляді алгоритму покращення наповнення або перерахунку балансу для певних компонентів гри.

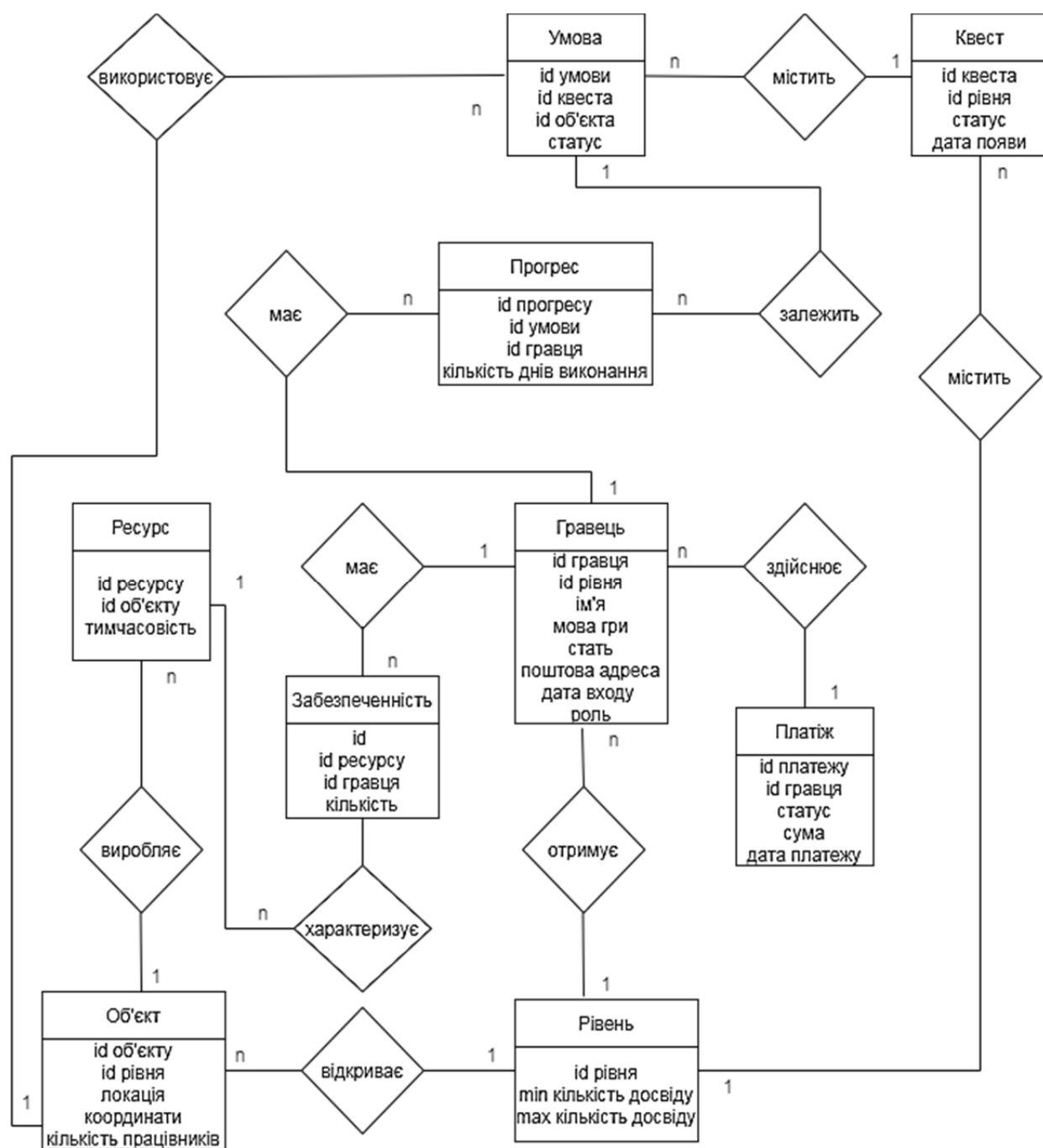


Рис. 2. ER-діаграма для програмного комплексу планування та управління ігровими даними

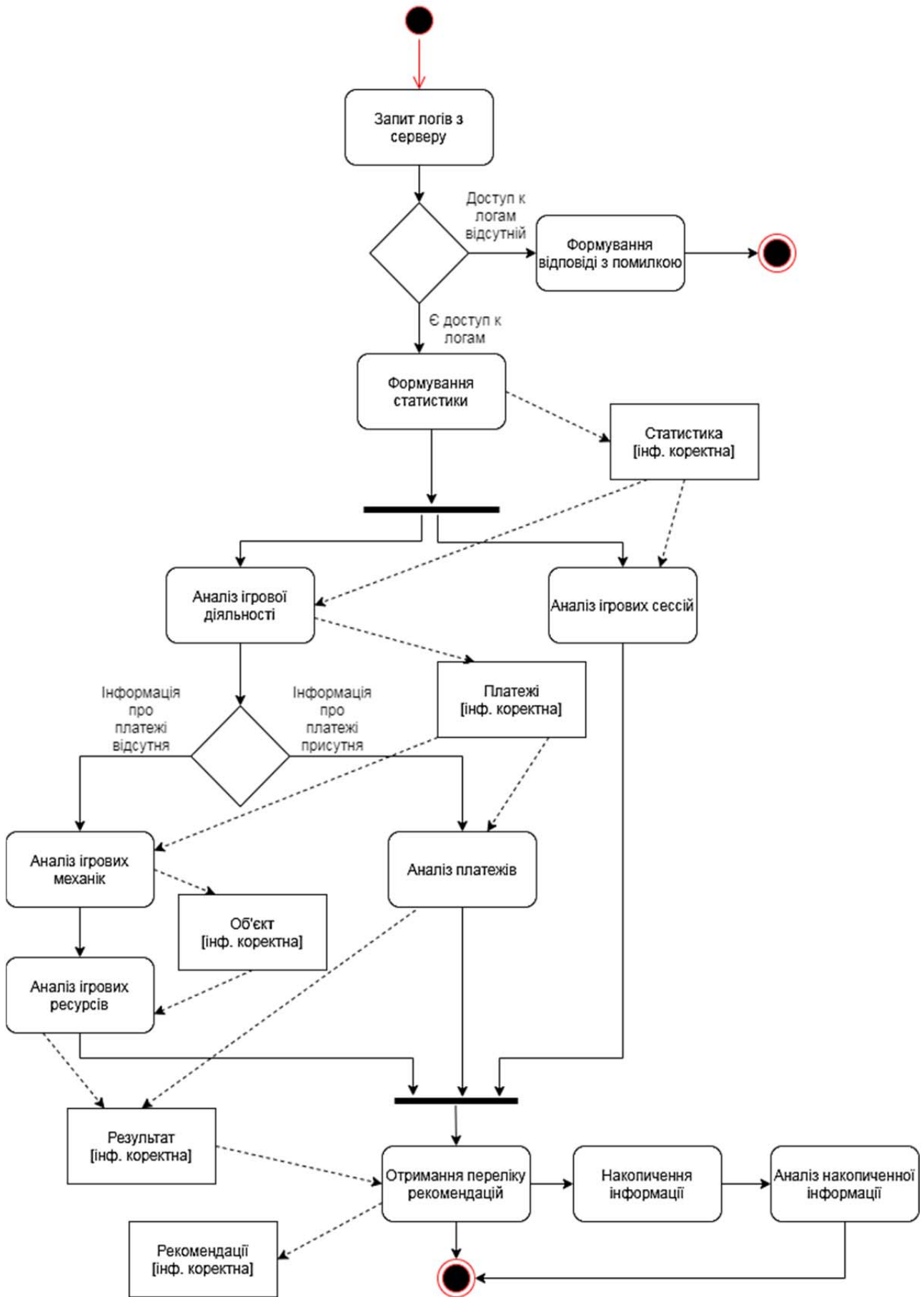


Рис. 3. Діаграма діяльності дослідження для планування та управління ігровими даними

На етапі перевірки ефективності робіт було проведено експеримент, який показує зміни, що відбулись після впровадження програмного продукту для реалізації планування ігрових оновлень. Було використано дані з онлайн-гри Farland, та отримано наступні результати:

- кількість людей, які займались щоденним аналізом гри (активність користувачів, суми платежів, проведення аналітики та підготовка отриманих даних для обговорення), можна зменшити з трьох людей до одного;
- затребуванність в аналітиках зменшилася, отже із впровадженням програмного продукту з'явилась можливість аналізувати активність у грі геймдизайнерами або продюсерами;
- з'явилась необхідність в людині, яка повинна вдосконалювати та підтримувати проект для задоволення потреб команди розробки гри, та прискорення процесу планування та створення нових оновлень, та збільшити часові витрати на ведення проекту;
- значно зменшився час на планування оновлень, аналіз проблемних місць гри, які слід покращити для утримання цільової аудиторії, контроль рейтингу проекту (після впровадження програмного продукту для керування ігровими даними з'явилась можливість контролю за рейтингом з програмного продукту), пошук серверів, що вийшли з ладу, контроль прибутку за місяць та розрахунок основних метрик;
- процес контролю рейтингу гри став легше через вивід даних тільки про ті ігри, які обрав геймдизайнер;
- зменшилась кількість скарг від користувачів;
- час, витрачений за день роботи в годинах до впровадження програмного продукту для керування ігровими даними, зменшився на 7 годин 10 хвилин після впровадження програмного продукту;
- витрачений час за тиждень збільшився на 7 годин 56 хвилин через потребу додатково підтримувати проект для керування ігровими даними;
- зроблено висновок, що той час, який виявився надлишковим після впровадження проекту, можна компенсувати оптимізацією поділу обов'язків. Це можливо через те, що до впровадження проекту була потреба в чотирьох співробітниках, а після впровадження – лише у двох.

В результаті експерименту було досягнуто прискорення процесу аналізу активності користувачів та планування майбутнього оновлення, аналітичні процеси відбуваються легше та точніше, якість гри покращилась та показник утримання гравців у грі збільшився. Крім цього, експеримент показав, що залишилось не вирішеним питання швидкості роботи проекту, оскільки при великій кількості записів у базі даних, відповідь додатку при слабкому Інтернет-з'єднанні може сягати позначки до 1 хвилини, а також залишилась проблема із підтримкою проекту, оскільки для цього знадобиться до 8 люд/год на день.

ВИСНОВКИ

Основною метою ПМК є прискорення процесу планування оновлень та покращення якості гри за допомогою аналізу ігрових даних гравців. Результат роботи ПМК описується списком рекомендацій про те, що бажано додати в наступну версію гри для утримання гравців та збільшення їх зацікавленості.

Експлуатаційне призначення ПМК полягає в тому, щоб втримати гру на вищому місці ігрового ринку та збільшити прибутки гри при менших трудовитратах.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Drachen A., Seif El-Nasr M., & Canossa A. Game analytics – The basics. *Game Analytics*. 2013. P. 13–40. https://sci-hub.se/10.1007/978-1-4471-4769-5_2.
2. Hullett K., Nagappan N., Schuh E., Hopson J. Data analytics for game development. *33rd International Conference on Software Engineering. ACM*, 2011. P. 940–943. <https://sci-hub.se/10.1145/1985793.1985952>.

УДК 621.982: 669.295

Котробай А. С. (КН-19-1зм)

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ МОДЕЛЕЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ БАГАТОКАНАЛЬНОГО ПОЛИВУ НА БАЗІ ARDUINO

Розглянуто основні методи визначення термінів і норм поливів, методи визначення вологості ґрунту. Аналіз розглянутих методів показує на неможливість обліку при їх використанні інформації різної природи, що знижує вірогідність визначення термінів і норм поливів. На основі проведеного аналізу поставлені завдання дослідження. Провівши аналіз за даною проблемою було виявлено, що вирощування продуктів в теплиці на сьогоднішній день є досить ефективно, тому покращення умов для посадки рослин та встановлення автоматичного догляду та контролю за якістю зростання є актуальною темою.

The main methods of determining the terms and norms of irrigation, methods of determining soil moisture are considered. The analysis of the considered methods shows impossibility of the account at their use of the information of various nature that reduces probability of definition of terms and norms of waterings. Based on the analysis, the objectives of the study. After analyzing this problem, it was found that the cultivation of products in the greenhouse today is quite effective, so improving the conditions for planting and establishing automatic care and quality control of growth is a topical issue.

Мета розробки даного ПК полягає в тому, щоб дозволити користувачам на основі введених даних контролювати систему поливу з найменшим використанням ресурсів та мінімізувати помилки «людського фактору».

Для догляду за великими територіями зелених насаджень використовувати ручну працю не тільки занадто витратно, але і малоефективно. Автоматизовані системи поливу були спеціально створені для того, щоб спростити весь процес. Вони дозволяють своєчасно подавати необхідну кількість рідини, рівномірно розподіляти її по ділянці. Центральний контролер строго виконує програми, що дозволяє уникнути фактор людської помилки, перевитрати води або недостатнього зволоження.

Кожній рослині, незалежно від способу вирощування, потрібне світло, тепло і волога. У природних умовах з останнім справляється дощ і полив з шланга вручну. Якщо ж рослина вирощується в теплиці, то поливати його досить важко, особливо точно відміряв потрібну дозу води. У разі якщо поїхали у відпустку або декілька днів не можете відвідати дачу і полити рослини, особливо якщо стоїть посуха, то поливати дачні тепличні культури вчасно і в необхідній кількості дуже сильно допомагає автополив [1].

Головне, що потрібно рослинам під час вашої відсутності, – вода. Глобально виходів може бути два: зберегти вологу, яку отримала рослина з останнім поливом, як можна довше. Це хороший варіант для двотижневої відлучки. Він може з застереженнями працювати навіть до трьох тижнів. Перевага у нього тільки одна: він практично не вимагає фінансових вкладень. Придумати, як забезпечити рослини водою без допомоги людини. Існують різні системи поливу кімнатних рослин, в тому числі, і автоматичні. При автоматичній системі поливу особливо радує мінімальна кількість витрачених зусиль. Доступний автоматичний полив може бути представлений дощуванням, краплинним і внутрішньочвенним поливом. Автоматичний полив забезпечує чітке дозування води окремо під кожну рослину. Система також характеризується безперебійною та своєчасною подачею води. Завдяки використанню автоматичного поливу вдається істотно знизити трудомісткість і витрати на воду [2].

Сьогодні поширені кілька систем автополиву:

- краплинний (простота, доступність і ефективність);
- внутрішньогрунтовий (підійде особливо примхливим культурам);
- дощування (для одночасного поливу всіх рослин зверху).

У даній роботі я зупинила свій вибір на автоматизованому краплинному поливі, який по праву вважається найбільш вигідним з існуючих. Завдяки його функціонуванню вода надходить до коренів рослин. При цьому шланги знаходяться на поверхні землі або під нею. Популярна система працює з невеликою кількістю води і при помірному натиску.

Зараз в нашій державі, відповідно до концепції Загальнодержавної Цільової Програми розвитку промисловості до 2021 року схваленою постановою Кабінету Міністрів України № 1174 від 28 липня 2008 року, передбачається впровадження новітніх комп'ютерних технологій в управлінні промисловими об'єктами, що також свідчить про актуальність даної теми, адже автоматизація ще й до всіх вище перерахованих плюсів, мінімізує ризик людських помилок та при цьому покращить самі умови праці персоналу, та підвищить культуру виробництва [3].

В ході виконання цієї роботи виконано проектування і розробка прототипу апаратної, програмної і інтерфейсної частин системи поливу з використанням мікроконтролера Arduino NANO, середовища розробки Arduino [4].

Автоматичний полив є одним з найбільш ефективних рішень для зрошення ділянок будь-якої площі і складності. Автоматичні системи оптимізують роботу на присадибній ділянці. Це економічний і ефективний спосіб поливу газону. Також він ефективний і для роботи з клумбами і оранжереями [5].

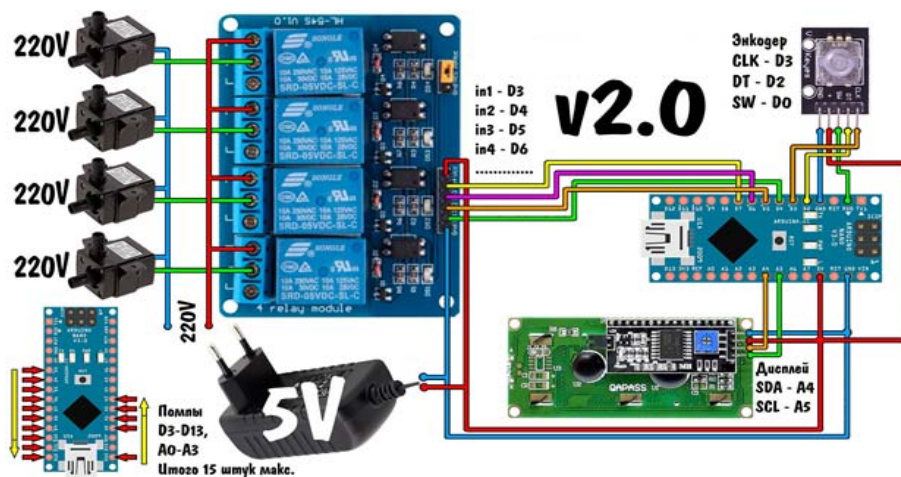


Рис. 1. Детальна схема збірки даного проекту

У проекті представлений проект програмного комплексу, призначеного для автоматичної системи поливу.

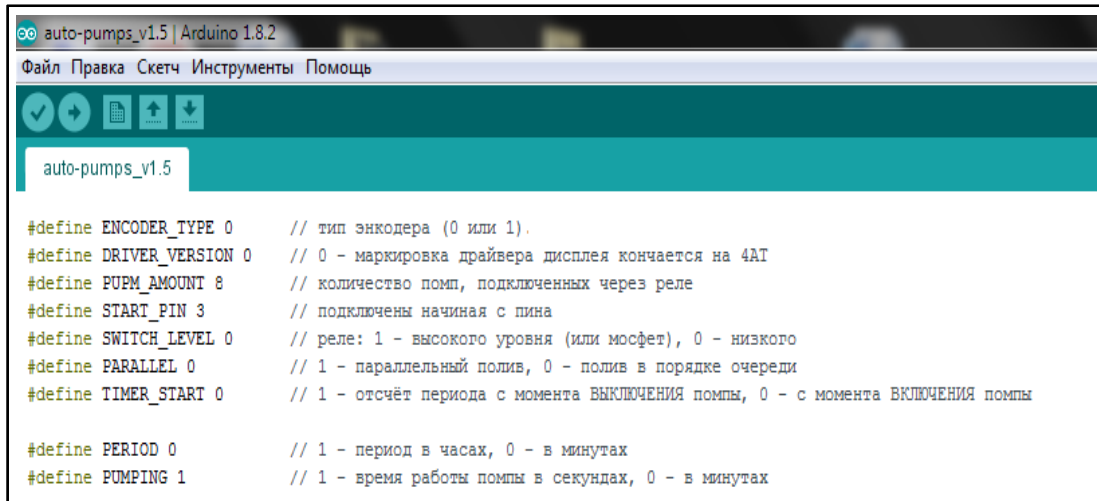
Для процесу поливу потрібні дії однієї особи (оператор) і системи автоматичного поливу.

Коли надходить замовлення про полив нового об'єкту, то оператор досліджує об'єкт поливу, куди заносить всі побажання замовника. Після того, як всі побажання і терміни робіт замовника відомі, можна починати планувати та підключати кількості каналів поливу. Коли відомі всі дані, то можна організувати систему поливу. Після підключення каналів поливу та організації системи поливу, оператор може контролювати дані дисплею.

Після налаштування дисплея у системі автоматичного поливу ми можемо бачити, що поливає система, за який проміжок часу та з яким інтервалом.

На підставі усіх даних, отриманих з дисплею, оператор може скласти графік поливу.

Система поливу налаштовується оператором під конкретний вид рослин і одночасно може орошати до п'ятнадцяти ділянок за допомогою каналів поливу. У системі можливо легко корегувати налаштування, незалежно від складності об'єкту поливу чи рослин, які на ньому розташовані.



```

auto-pumps_v1.5 | Arduino 1.8.2
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь

auto-pumps_v1.5

#define ENCODER_TYPE 0 // тип энкодера (0 или 1).
#define DRIVER_VERSION 0 // 0 - маркировка драйвера дисплея кончается на 4AT
#define PUMP_AMOUNT 8 // количество помп, подключенных через реле
#define START_PIN 3 // подключены начиная с пина
#define SWITCH_LEVEL 0 // реле: 1 - высокого уровня (или мосфет), 0 - низкого
#define PARALLEL 0 // 1 - параллельный полив, 0 - полив в порядке очереди
#define TIMER_START 0 // 1 - отсчёт периода с момента ВЫКЛЮЧЕНИЯ помпы, 0 - с момента ВКЛЮЧЕНИЯ помпы

#define PERIOD 0 // 1 - период в часах, 0 - в минутах
#define PUMPING 1 // 1 - время работы помпы в секундах, 0 - в минутах

```

Рис. 2. Початкові дані поливу

```

// названия каналов управления.
static const wchar_t *relayNames[] = {
    L"Pump 1",
    L"Pump 2",
    L"Pump 3",
    L"Помпа 4",
    L"Огурцы",
    L"Помидоры",
    L"Клубника",
    L"Папин куст",
};

```

Рис. 3. Зміна назв та кількості помп для поливу

```

// ----- НАСТРОЙКИ -----
if (PERIOD) period_coef = (long)1000 * (long)60 * 60; // перевод в часы
else period_coef = (long)1000 * 60; // перевод в минуты

if (PUMPING) pumping_coef = 1000; // перевод в секунды
else pumping_coef = (long)1000 * 60; // перевод в минуты

```

Рис. 4. Налаштування періоду поливу та часу поливу в часах та хвиликах

```

if (!digitalRead(SW)) { // если нажат энкодер, сбросить настройки до 1
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Reset settings");
    for (byte i = 0; i < 100; i++) {
        EEPROM.updateByte(i, 1);
    }
}
while (!digitalRead(SW)); // ждём отпускания кнопки
lcd.clear(); // очищаем дисплей, продолжаем работу

```

Рис. 5. Скидання налаштувань

```

lcd.setCursor(1, 0);
//lcd.print("Pump #");
lcd.print(relayNames[0]);
lcd.setCursor(1, 1);
lcd.print("Prd: ");
lcd.setCursor(10, 1);
lcd.print("t");
lcd.print(": ");

arrow_update = true;
reDraw();
reDraw();
}

void loop() {
  encoderTick();
  periodTick();
  flowTick();
}

void periodTick() {
  for (byte i = 0; i < PUPM_AMOUNT; i++) {
    if ( ( millis() - pump_timers[i] > ( long)period_time[i] * period_coef )
        && (pump_state[i] != SWITCH_LEVEL)
        && !(now_pumping * !PARALLEL)) {
      pump_state[i] = SWITCH_LEVEL;
      digitalWrite(pump_pins[i], SWITCH_LEVEL);
      pump_timers[i] = millis();
      now_pumping = true;
    }
  }
}

```

Рис. 6. Вивід на дисплей

ВИСНОВКИ

Автоматизовані системи поливу були спеціально створені для того, щоб спростити весь процес. Вони дозволяють своєчасно подавати необхідну кількість рідини, рівномірно розподіляти її по ділянці. Центральний контролер строго виконує програми, що дозволяє уникнути фактор людської помилки, перевитрати води або недостатнього зволоження.

Провівши аналіз за даною проблемою, було виявлено, що вирощування продуктів в теплиці на сьогоднішній день є досить ефективно, тому покращення умов для посадки рослин та встановлення автоматичного догляду та контролю за якістю зростання є актуальною темою.

Така система може використовуватись для реального вирощування сільськогосподарських продуктів в теплицях, за умови підключення реальних датчиків вологості та контролерів для роботи з системою, в якій входними параметрами будуть реальні дані з інформаційних каналів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Токмаков Н. М., Грудінін В. С. Математична модель системи управління мікрокліматом ангарних теплиць. 2008. № 3. С. 28–32.
2. Автоматичний полив, газони, фітостени, ландшафтний дизайн, інструменти для саду, обладнання. URL: <https://avtopoliv.com.ua>.
3. Балашов Кирило. Автоматизовані системи поливу для чудо-врожаю. 2014.
4. Android і Arduino. Програмне забезпечення URL: <http://cxem.net/arduino/arduino51.php>.
5. Організація системи крапельного поливу. Парники и теплиці. URL: <http://teplici.com.ua/organizacija-sistemi-krapelnogo-polivu>.

УДК 621.982: 669.295

Леохін В. Е. (КН-19-1зм)

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ МОДЕЛЕЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОЇ МЕТЕОСТАНЦІЇ НА БАЗІ ARDUINO

В ході виконання цієї роботи виконано проектування і розробка прототипу апаратної, програмної і інтерфейсної частин системи автоматичної метеостанції з використанням мікроконтролера Arduino NANO, середовища розробки Arduino. Провівши аналіз, було виявлено, що людина може нормально прожити лише за умови збереження температурного гомеостазу організму, що досягається за рахунок системи терморегуляції і діяльності інших функціональних систем: серцево-судинної, видільної, ендокринної і систем, що забезпечують енергетичний, водно-сольовий і білковий обмін.

In the course of this work, the design and development of a prototype of the hardware, software and interface parts of the automatic weather station system using the Arduino NANO microcontroller, Arduino development environment was performed. The analysis revealed that a person can proceed normally only if the body's temperature homeostasis is maintained, which is achieved through the system of thermoregulation and the activity of other functional systems: cardiovascular, excretory, endocrine and systems that provide energy, water-salt and protein metabolism.

Мета розробки даного ПК полягає в тому, щоб дозволити користувачам на основі отриманих даних відстежувати мікроклімат та точно відображати стан навколишнього середовища - температуру і вологість повітря, атмосферний тиск, CO₂.

Мікроклімат виробничих приміщень – це комплекс фізичних факторів, що впливають на теплообмін людини і визначають самопочуття, працездатність, здоров'я і можливість праці.

Показники мікроклімату:

1. Температура повітря;
2. Відносна вологість повітря;
3. Швидкість руху повітря;
4. Потужність теплового випромінювання.

Оптимальними для мікроклімату житлових і громадських приміщень в теплу пору року вважаються: температура повітря 22–25° С, відносна вологість 30–60 %, в холодну пору року ці показники становлять відповідно 20–22 °, 30–45 %. Люди, що знаходяться в житлових, в громадських і промислових будівлях, а також технологічні процеси, здійснювані в промислових цехах, вимагають підтримки в приміщеннях необхідних метеорологічних умов - певного мікроклімату. Необхідні умови створюються за допомогою систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. У закритих приміщеннях в залежності від їх призначення і характеру проведеної в них роботи створюються різні умови температури та вологості [1].

Повітряне середовище з усіх елементів, що становлять середовище проживання і діяльності людини, є найважливішою. Природне повітря являє собою складну динамічну систему, утворену різними газами і знаходяться в підвішеному стані найдрібнішими твердими і рідкими частками – аерозолями.

Найважливішою газоподібною речовиною, що визначає якість повітря, є водяна пара. Чим сильніше нагріте повітря, тим більшу кількість водяної пари він може містити. Ставлення вмісту водяної пари до тієї кількості, яке може міститися в повітрі при даній температурі, називається відносною вологістю.

Найважливішою характеристикою повітряного середовища є барометричний тиск, оскільки різниця барометричного тиску і тиску повітря в альвеолах легких визначає величину газообміну. Барометричний тиск вважається і називається нормальним на рівні моря (одна атмосфера) і експоненціально убуває з висотою.

Крім газового складу і барометричного тиску, найважливішою характеристикою повітряного середовища служить температура повітря. У поєднанні з рухливістю (швидкістю) руху повітря відносно тіла людини температура повітря визначає характер теплообміну – нагрів або охолодження тіла людини [2].

Життєдіяльність людини може нормально протікати лише за умови збереження температурного гомеостазу організму, що досягається за рахунок системи терморегуляції і діяльності інших функціональних систем.

В ході виконання цієї роботи виконана проектування і розробка прототипу апаратної, програмної і інтерфейсної частин системи автоматичної метеостанції з використанням мікроконтролера Arduino NANO, середовища розробки Arduino [3].

Для створення оптимальних, комфортних для життя і роботи умов в приміщенні, необхідно підтримувати параметри мікроклімату в нормі. Основними параметрами мікроклімату в приміщенні є:

- вологість. Оптимальний показник в 40–60 % сприяє профілактиці респіраторних хвороб, підтримці відмінного стану шкірного покриву, високої працездатності.
- температура. Найважливіший параметр мікроклімату має нормативи в 20–23 градусів. У виробничих приміщеннях даний показник знижується до позначки 18;
- циркуляція повітряних потоків. Повітря повинен бути свіжим, в міру вологим, без неприємних запахів. Швидкість руху мас – не більше 0,25 м/с;
- чистота повітря. Даний параметр визначається обсягом пилу, аерозольних компонентів, мікроорганізмів і хімічного пара.

Забезпечити оптимальний стан мікроклімату і зберігати його в нормі допоможуть спеціальні технічні пристрої. Функціональні системи створюють комфортний «погоди в будинку», при якій гарантується прекрасне самопочуття і профілактика ряду порушень з боку здоров'я [4].

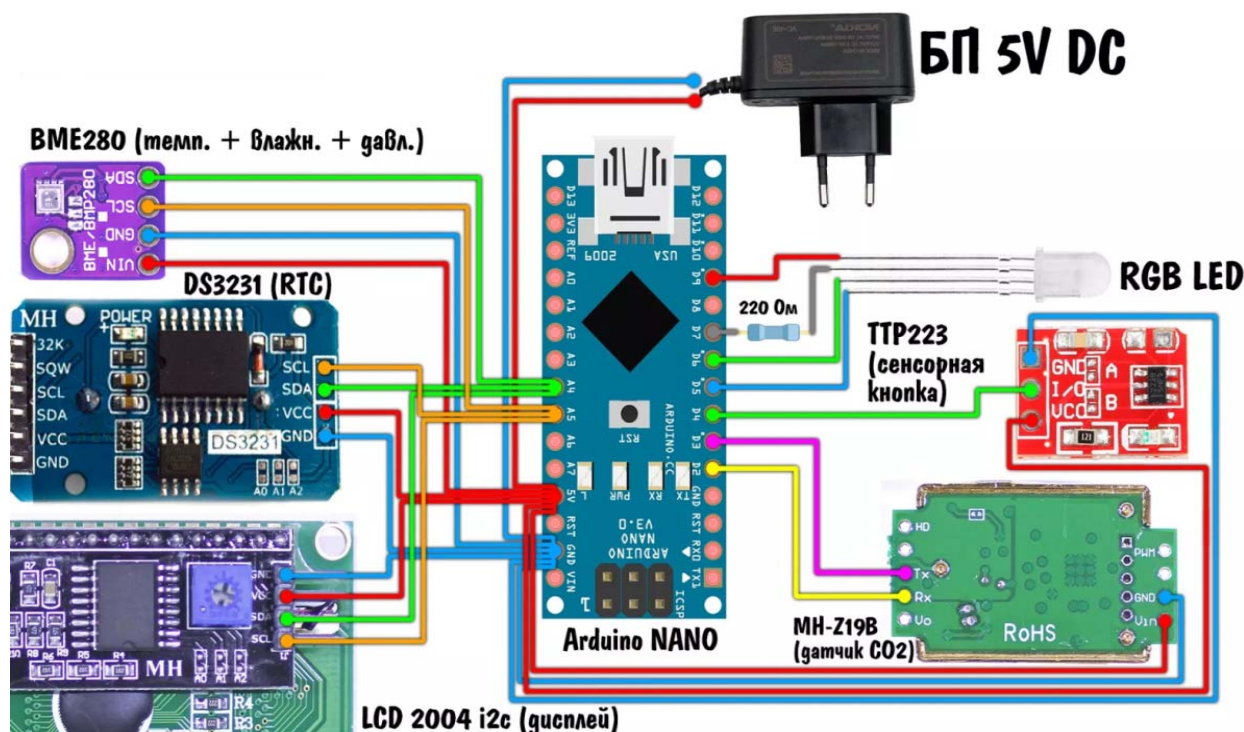


Рис. 1. Детальна схема збірки даного проекту

У проекті представлений проект програмного комплексу, призначеного для автоматичної метеостанції.

Для процесу відстеження даних мікроклімату потрібні дії однієї особи (оператор) і системи автоматичної метеостанції.

Коли у оператора з'являється потреба дізнатися дані показників в окремо взятому просторі, він звертається до пристрою «Метеостанція». За допомогою метеостанції оператор в будь який час може дізнатися чіткі дані температури, вологості, атмосферного тиску та CO₂ в окремо взятому приміщенні.

Для того щоб оператор міг дізнатися про дані показників, необхідно подивитися на дисплей. На дисплей виводиться інформація з датчиків кожні 15 хвилин. Також можна подивитися на показники з датчиків у вигляді графіку за проміжок часу – час/день [5].

```
#define BLUE_YELLOW 1 // жёлтый цвет вместо синего (1 да, 0 нет)
#define DISP_MODE 1 // 0 - год, 1 - день недели, 2 - секунды
#define WEEK_LANG 1 // язык дня недели: 0 - английский, 1 - русский (транслит)
#define DEBUG 0 // вывод на дисплей лог инициализации датчиков при запуске.
#define PRESSURE 1 // 0 - график давления, 1 - график прогноза дождя
#define CO2_SENSOR 1 // включить или выключить поддержку/вывод с датчика CO2
#define DISPLAY_TYPE 1 // тип дисплея: 1 - 2004 (большой), 0 - 1602 (маленький)
#define DISPLAY_ADDR 0x27 // адрес платы дисплея: 0x27
```

Рис. 2. Налаштування початкових даних

```
// массивы графиков
int tempHour[15], tempDay[15];
int humHour[15], humDay[15];
int pressHour[15], pressDay[15];
int co2Hour[15], co2Day[15];
```

Рис. 3. Масиви графіків

```
#define TEMP_MIN 15
#define TEMP_MAX 35
#define HUM_MIN 0
#define HUM_MAX 100
#define PRESS_MIN -100
#define PRESS_MAX 100
#define CO2_MIN 300
#define CO2_MAX 2000
```

Рис. 4. Мінімальне та максимальне значення показників

```

void redrawPlot() {
  lcd.clear();
  switch (mode) {
    case 1: drawPlot(0, 3, 15, 4, TEMP_MIN, TEMP_MAX, (int*)tempHour, "t hr");
      break;
    case 2: drawPlot(0, 3, 15, 4, TEMP_MIN, TEMP_MAX, (int*)tempDay, "t day");
      break;
    case 3: drawPlot(0, 3, 15, 4, HUM_MIN, HUM_MAX, (int*)humHour, "h hr");
      break;
    case 4: drawPlot(0, 3, 15, 4, HUM_MIN, HUM_MAX, (int*)humDay, "h day");
      break;
    case 5: drawPlot(0, 3, 15, 4, PRESS_MIN, PRESS_MAX, (int*)pressHour, "p hr");
      break;
    case 6: drawPlot(0, 3, 15, 4, PRESS_MIN, PRESS_MAX, (int*)pressDay, "p day");
      break;
    case 7: drawPlot(0, 3, 15, 4, CO2_MIN, CO2_MAX, (int*)co2Hour, "c hr");
      break;
    case 8: drawPlot(0, 3, 15, 4, CO2_MIN, CO2_MAX, (int*)co2Day, "c day");
      break;
  }
}
}

```

Рис. 5. Відображення показників на графіку, година\день

ВИСНОВКИ

Для правильної роботи кліматичного обладнання в автоматизованих домашніх системах потрібна установка різних датчиків, які точно відображають стан навколишнього середовища.

Плани людей і комфорт виконання різних робіт залежить від погодних умов. У зв'язку з цим завжди доречно мати точну інформацію про очікувані погодні умови хоча б на добу вперед. Для цих цілей була придумана метеостанція для будинку.

Запропонований програмний комплекс для системи «Автоматичної метеостанції» на базі «Arduino», який дозволить користувачам на основі отриманих даних відстежувати мікроклімат та точно відображати стан навколишнього середовища – температуру і вологість повітря, атмосферний тиск, CO₂.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кукін П. П., Лапін В. Л., Пономарьов Н. Л. та ін. Безпека життєдіяльності. Безпека технологічних процесів і виробництв. Москва : Вища. шк., 2012. 335 с.
2. Параскеви А. В. Передумови і особливо розробки автоматизованої системи управління «Мікроклімат». *Науковий журнал КубГАУ*. 2015. Вип. 8. С. 1–12.
3. Arduino Nano. Arduino. Сайт користувачів «Arduino». URL: <http://arduino.com/Hardware/ArduinoBoardNano>.
4. Arduino. Сайт програмного середовища і фірми «Arduino URL: <https://www.arduino.cc>.
5. Переривання на мікроконтролері Arduino. Сайт по машинному навчанню і програмуванню. URL: <http://robotosha.com/arduino/arduino-intercompts.html>.

Стаття надійшла до редакції 29.12.2020 р.

UDC 37.0

Malynovskyi Mykyta (CS-19-2)

COMPUTER GAMES FOR LEARNING ENGLISH

У статті розглянуто питання використання комп'ютерних ігор в процесі вивчення англійської мови. Визначені мета та цілі використання комп'ютерних ігор при вивченні англійської мови. Наведені найсучасніші приклади ігор, які використовуються з метою поліпшення знань та навичок при вивченні англійської мови.

In the article is considered the question of using of computer games by the learning process of English. The aim and tasks of using of computer games by English learning are defined. The most modern examples of games, that is used with goal of improvement of knowledge and skills by learning of English, are given. It was found out, that it is important for the implementation of future personal professional activity, it is defined the role of foreign language in the formation of the modern specialist.

English, recognized by many as the international language, is taught all over the world in English as a Foreign Language. Students setting lack opportunities for extensive exposure to English, which is necessary for language acquisition. No matter the teaching methodologies that they employ, educators around the globe have been exploiting realia media, enhancing their instruction and giving students exposure to abundant sources of input that are beneficial for improving listening skills. Throughout the years, language educators have continuously urged students to seek alternatives to static textbook pages and vocabulary lists. Authentic material refers to those media that native speakers are exposed to in English speaking countries. Many educators and researchers advocate the usage of authentic materials as a means of helping students reach native-like fluency in a language. Authentic materials in the classroom can have a positive effect on learning. Authentic language learning materials can increase learner on-task behavior; additionally, overall class motivation to learn class content may increase when using authentic materials. This may be one of the reasons that foreign language movies and culture classes that use authentic media are fast becoming a standard in foreign language departments world-wide

You've heard all the arguments against computer games before: Aren't you a bit old to be playing games? Don't you think you're wasting your time? Can't you do something useful instead? Perhaps you've even asked these questions yourself. What's important to remember, though, is that not all games are created equal. Yes, there are games that are only for entertainment - playing Candy Crush is not going to teach you much English except for 'Loading', 'Sweet!' and 'Level 534'. But these are not the games I'm discussing. There are hundreds of excellent story-based games out there that include a lot of useful language.

It is possible to use video games to learn English, there are mean educational games that have been specially designed for this. Sure, taking an English course is a great way to improve your English skills, but what you probably didn't realize is that playing video games can also help improve your skill level. In the same way you can learn English with movies, playing the right video games can help you build vocabulary and confidence whilst having a great time.

There are reasons, why video games are a useful tool for learning English. Computer games provide an opportunity to practice your reading skills. It's no wonder reading quickly and accurately in another language is challenging - around 10% of people struggle to learn reading skills in their first language. A team of researchers from the University of Padua were inspired by this fact to see whether video games could help children who have difficulty reading [1].

The findings were fascinating: nine sessions of playing video games for 80 minutes a day improved the children's reading ability more than a year of traditional learning methods. Of course, video games have to contain enough text to make them worth playing. But if you choose the right kind of game, imagine how quickly your reading skills could improve.

By the way, computer games improve your listening skills. The days of text-based video games are behind us. Games nowadays are often voiced by talented actors with a variety of accents, so playing games exposes you to a lot of natural English. The best way to practice listening is to listen to something you find interesting, so find a game that you like and your listening skills will improve at a remarkable rate.

Improve one skill and you improve them all. You never develop one language skill in isolation. Becoming a better reader makes you a better writer because you develop an instinct for what looks right; becoming a better listener makes you a better speaker because you hear natural pronunciation. Both reading and listening to English can expand your vocabulary and grammar. If you need to turn on the subtitles, don't feel embarrassed – many native speakers do the same so they don't miss any essential information, and reading while listening will help you absorb more language.

Communication involves multi-tasking: you're listening to the other person and thinking about how to express what you want to say. People do this naturally in their first language. Understandably, it's more difficult in a second language because you need to work harder to think of the words you need. A research team at California State University studied whether action video games can improve multi-tasking [2]. They found that 5 hours of gaming a week for 10 weeks increased people's ability to concentrate on more things at the same time. This comes as no surprise, because video games involve a lot of concentration – that's why you can play them for hours and feel like you've been playing for 20 minutes. So, play video games and you'll get better at concentrating on more than one thing. This means you'll get better at communicating spontaneously.

Most people associate language learning with endless lists of vocabulary, sitting at a desk for hours, and tests that make your blood pressure go through the roof. But learning doesn't need to be done that way. You'll want to learn more often and for longer if learning is enjoyable. You'll never put off playing a video game because it's fun, but you'll hear and read so much useful vocabulary in context. Spend an hour a day gaming and you'll start to notice your English improving, all because of something you did in your free time!

Build basic and useful vocabulary with *The Sims* [3]. It is an excellent choice for a game to help your English. All of the *Sims* games are digital dollhouses and center on building a little virtual family life. As a result, you will very quickly learn useful day-to-day vocabulary. This includes household items and furniture, family relationships, activities and job types. The only downside to this one however is that you will not get used to hearing spoken English, as the *Sims* themselves speak their own language to each other!

Any MMO (Massively Multiplayer Online) game will encourage interaction between different players [4]. Even if you are not up to the task of directly communicating with your fellow players, you can still observe how other people are talking to each other.

There are a lot of online games out there now that you can play for free. If you're into your sci-fi, maybe you want to try the Star Wars-based *Old Republic* or *Star Trek Online* [5]. If you're a comics fan and want to go and chat to Batman, *DC Universe Online* could be for you [6]. If you fancy a more classical fantasy setting, there is always *Guild Wars 2*, the *Dungeons & Dragons* based *Neverwinter* or *Lord of the Rings Online* [7-8].

There are many online platforms for learning English. One of these platforms is *British-council* [9]. On this platform, you can play games that help you learn English, improve your vocabulary, improve your grammar. For example: a game on this platform *Story Maker 2* [10]. If you

love writing stories, you can create your own story in English in this game. At the end of the game you get your story.

If you really want to test your English, just about anything by Telltale Games is an excellent choice [11]. Telltale Games produce very story-focused games with a lot of dialogue and decision making. They are often tense, highly engaging, and the time pressure you are put under to make decisions will force you to see what happens when you make choices. This will help you quickly learn the meaning of things you might be uncertain about. If you are a TV fan, you might enjoy Telltale's games based on *The Walking Dead* or *Game of Thrones*. Graphic novel fans might enjoy *The Wolf Among Us* and more experienced gamers may enjoy *Tales from Borderlands*. You should probably play these in your own language first if that's an option because they are generally interesting games and you would not want to spoil them for yourself [12]!

CONCLUSIONS

Games are good for language learning because they allow you to keep your attention on one task for a long time. Basically, it makes no difference whether you read the text or subtitles of the dialogue in the game, whether you are talking with a tutor or with another player who is a native speaker. Two types of games are suitable for practice: Online games that require communication with other players. Playing with native speakers, jointly solving game situations, you learn a foreign language in a relaxed way. Games provide additional topics for communication and create incentives to quickly convey the right information. Single games that are not fun to play without knowing the language and that encourage you to work with text most of your playing time.

REFERENCES

1. University of Padua. Unipd. URL: <https://www.unipd.it/en/researchers-university-padua>.
2. Cognitive Benefits of Playing Video Games. Psychologytoday. URL: <https://www.psychologytoday.com/us/blog/freedom-learn/201502/cognitive-benefits-playing-video-games>.
3. The Sims. Britannica. URL: <https://www.britannica.com/topic/The-Sims>.
4. MMO. Mmorpg. URL: <https://www.mmorpg.com/games-list>.
5. Epic MMO Battles of History: Star Trek Online vs. Star Wars: The Old Republic. Massivelyop. URL: <https://massivelyop.com/2016/12/05/epic-mmo-battles-of-history-star-trek-online-vs-star-wars-the-old-republic>.
6. DC Universe Online. URL: <https://www.dcuniverseonline.com>.
7. Guild Wars 2. URL: <https://www.guildwars2.com>.
8. Britishcouncil. URL: <https://learnenglish.britishcouncil.org>.
9. Story Maker 2. URL: <https://learnenglishkids.britishcouncil.org/games/story-maker-2>.
10. Telltale Games. URL: <https://telltale.com>.
11. Authentic materials and authenticity in foreign language learning. Researchgate. URL: https://www.researchgate.net/publication/231910134_Authentic_materials_and_authenticity_in_foreign_language_learning (дата обращения: 20.11.2020).
12. Four difficulty levels on how to use video games to learn English. Kaplaninternational. URL: <https://cdn.kaplaninternational.com/it/blog/node/2535>.

Стаття надійшла до редакції 11.05.2021 р.

UDC 004.356.2

Nedopytalskiy A. D. (APP-18-1)

DIGITAL HYGIENE AND AN INTRODUCTION TO INFORMATION SECURITY

У статті розглянуті базові принципи цифрової гігієни та інформаційної безпеки, найпоширеніші типи кіберзлочинів, їх приклади і поради щодо їх запобігання.

The article discusses the basic principles of digital hygiene and information security, the most common types of cybercrimes, their examples and tips for their prevention

Since the 1980s, when Ethernet technologies were invented and introduced, our lives have changed rapidly every year. After, with all the creations of computer engineering, such as mobile phones, personal computers, laptops, various robotic devices, using them with software and computer programs, with all this computer integration, We have become "digital" people.

Currently, using this does not require us to have a lot of knowledge in the field of computer science. Nonetheless, every person should know about such definitions as private information, digital hygiene, data transfer, information secure and etc.

With IT (Information Technologies) growth, new technics appear, so new crimes or cybercrimes do. With such offences deals Cybersecurity.

Cybersecurity is the practice of protecting systems, networks and programs from digital attacks. These cyber attacks are usually aimed at accessing, altering, or destroying confidential information; extortion of money from users; or interruption of normal business processes.

A successful cybersecurity approach has multiple layers of protection spread across the computers, networks, programs, or data that one intends to keep safe. In an organization, the people, processes, and technology must all complement one another to create an effective defense from cyber attacks.

In addition, do not forget about digital hygiene - cleanliness or uncleanliness of one's digital habitat. This could be used to describe one's desktop icons, file structure, folder trees, Photoshop files or harddrive, Facebook page or digital persona. Just as one's body can become unhealthy by the buildup of poor food choices, one's hard drive can become unhealthy by the buildup of viruses, icons and fragmented software

In today's connected world, everyone benefits from advanced cyberdefense programs. At an individual level, a cybersecurity attack can result in everything from identity theft, to extortion attempts, to the loss of important data like family photos. Everyone relies on critical infrastructure like power plants, hospitals, and financial service companies. Securing these and other organizations is essential to keeping our society functioning.

Everyone also benefits from the work of cyberthreat researchers. They reveal new vulnerabilities, educate the public on the importance of cybersecurity, and strengthen open source tools.


What is *Digital Hygiene*

Users must understand and comply with basic data security principles like choosing strong passwords, being wary of attachments in email, and backing up data. To preserve own data and resources in safety, knowing some common types of cybercrime is a purpose of *digital hygiene*.

Types of cybersecurity threats:

Fishing – is the practice of sending fraudulent emails that resemble emails from reputable sources. The aim is to steal sensitive data like credit card numbers and login information.

Their work makes the Internet safer for everyone.

From: GlobalPay <VT@globalpay.com> 
 Subject: Restore your account
 Date: February 7, 2014 3:47:02 AM MST
 To: David

Hide

1 Attachment, 7 KB

Save ▾

Quick Look

Dear customer,

We regret to inform you that your account has been restricted.

To continue using our services please download the file attached to this e-mail and update your login information.

© GlobalPaymentsInc



[update2816.html \(7 KB\)](#)

Picture 1. Example of fishing email

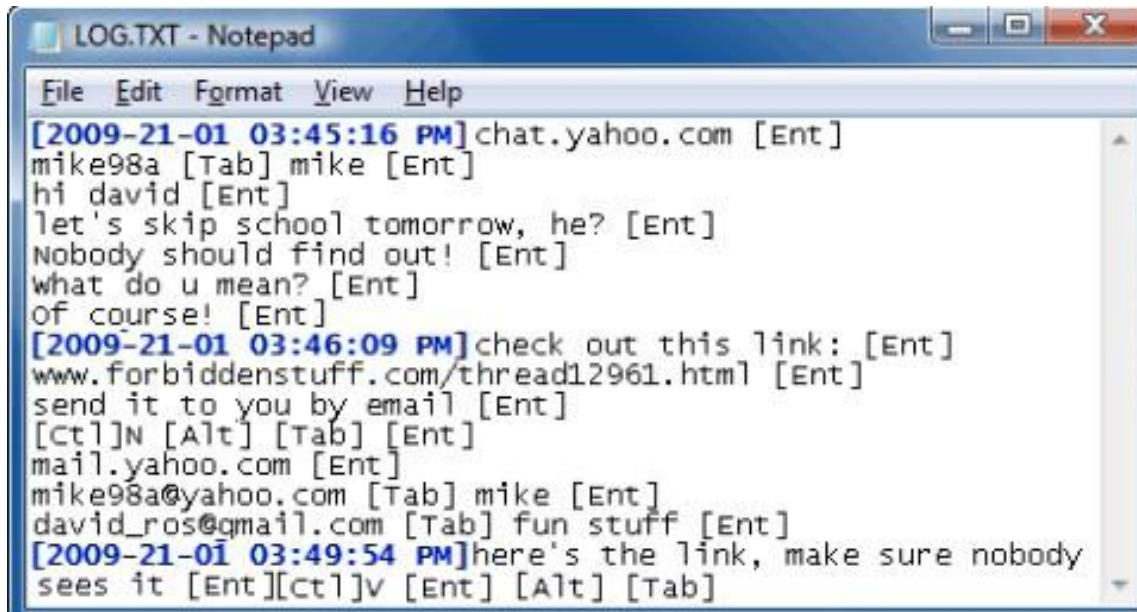
Ransomware – this is a type of malicious software, designed to extort money by blocking access to files or the computer system until the ransom is paid. Paying the ransom does not guarantee that the files will be recovered or the system restored.



Picture 2. Examples of ransomware

Malware – is a type of software designed to gain unauthorized access or to cause damage to a computer, server, client, or computer network. A wide variety of malware types exist, including computer viruses, worms, Trojan horses, ransomware, spyware, adware, rogue software, wiper and scareware.

For example, key-logger: the operation of the program is hidden from the user, it registers the input from the user's keyboard in certain fields of different programs, after that it sends all the information to the attacker, so the criminal receives the necessary data from the services, login and password and etc.



Picture 3. Type of malware(Key-logger)

Social engineering – social engineering is a tactic that adversaries use to trick you into revealing sensitive information. They can solicit a monetary payment or gain access to your confidential data. Social engineering can be combined with any of threats listed above to make you more likely to click on links, download malware, or trust a malicious source.

Hi Joseph,

I am a recruiter here with Amazon Data Services in Ireland. I was hoping to talk to you about a Systems Engineer role which I am hiring for at the moment.

This position is based our [Data Services](#) team here in Dublin, Ireland and offers a competitive compensation plan, as well as a fantastic opportunity for continuous career growth and professional development in a challenging work environment. Having viewed your profile, I think you could be a good match :)

Please find at the link below some information on the role itself and please let me know if you would consider applying.

<http://tinyurl.com/6xadb9f>

If you are interested, it would be great if you could send a copy of your CV to [michael@amazon.com](#) and I can setup a call with the hiring manager to discuss the role in detail.

If this is not the right opportunity or moment to be contacting you with please feel free to pass my details on to anyone you think might like to speak with us.

Kind Regards,

Reply

Not interested

View [michael@amazon.com](#) LinkedIn profile

Picture 4. Using social engineering for stealing personal data

Digital hygiene and cybersec tips:

1. Realize that you are an attractive target to attackers, and it can happen to anyone, any-time, anywhere, on any device. Don't ever say "It won't happen to me."
2. Practice good password management. Use a strong mix of characters, and don't use the same password for multiple sites. Don't share your password with others and don't write it down — no post-it note attached to your monitor! If you have trouble remembering your passwords, consider using a secure password vault. Then you only have to remember one (very strong) password.
3. Never leave your devices unattended. If you need to leave your computer, phone, or tablet for any length of time — no matter how short — lock the screen so no one can use it while you're gone. If you keep sensitive information on a flash drive or external hard drive, make sure to lock those up as well.
4. Always be careful when clicking on attachments or links in email. If an email is unexpected or suspicious for any reason, don't click on it. Scammers can look up that information online and use it to target individuals in your company. Double check the URL of the website to see if it looks legitimate.
5. Sensitive browsing, such as banking or shopping, should only be done on a device that belongs to you, on a network that you trust. Whether you're using a friend's phone, a public computer, or free Wi-Fi at a coffee shop — your data could be copied or stolen.
6. Back up your data regularly. Make sure your antivirus software is always turned on and up to date.
7. Be conscientious of what you plug in to your computer. Malware can be spread through infected flash drives, external hard drives, and even smartphones. You might want to help someone find their lost item, but end up falling into a trap.
8. Watch what you're sharing on social networks. Criminals can find you and easily gain access to a shocking amount of information — where you go to school, where you work, when you're on vacation — that could help them gain access to more valuable data.
9. Be wary of social engineering, where someone attempts to gain information from you through manipulation. If someone calls or emails you asking for sensitive information like login information or passwords, it's okay to say no.
10. Be sure to monitor your accounts for any suspicious activity. If you see something unfamiliar, it could be a sign that you've been compromised. Don't be afraid to speak up and tell your IT team if you notice anything unusual. Remember, you're the victim of the attack, and you're not in trouble!

Different cybercrime cases and data leaks today

Mat Honan. He just had his digital life dissolved by hackers. "In the space of one hour, my entire digital life was destroyed. First my Google account was taken over, then deleted. Next my Twitter account was compromised, and used as a platform to broadcast racist and homophobic messages. And worst of all, my AppleID account was broken into, and my hackers used it to remotely erase all of the data on my iPhone, iPad, and MacBook."

The attacker took a liking to Mat's three-letter Twitter. In order to get it, he did a little research, during which he discovered that Mat's Twitter account contained a link to his personal site, which, in turn, contained his GMail address. With the GMail address, the attacker began the password recovery process. Since Mat did not have two-step authorization enabled, Google provided an obfuscated alternative address on the first screen of password recovery: m****n@me.com. By matching this pattern with the gmail address mhonan@gmail.com, the attacker received the author's Apple email.

The first thing an attacker needs to launch something interesting is Mat's address, which the WhoIs service easily detected in the information about his personal site. After obtaining the address, the attacker called Amazon and said that he was the account owner and wanted to add a new credit card. In order for the attacker to really be the owner of the account, Amazon suggested the address, name and email - all this information was already with the attacker, and he successfully entered a non-existent credit card number that was generated in advance. one of the sites.

Then he called Amazon. Amazon asked for a name, address, and credit card number. After providing the information (the credit card number added in the previous step appeared), the attacker was able to add a new email address to the account, but was unable to recover the password. In your Amazon account, you can see a list of saved credit cards, where, for security reasons, only the last four digits of the number are shown.

“In many ways, this was all my fault. My accounts were daisy-chained together. Getting into Amazon let my hackers get into my Apple ID account, which helped them get into Gmail, which gave them access to Twitter. Had I used two-factor authentication for my Google account, it's possible that none of this would have happened, because their ultimate goal was always to take over my Twitter account and wreak havoc.”

CONCLUSION

Whole our life have become digitized, all information, like full name, birth date, address, e-mail, personal phone number, IBN(Identification bill number), passport, photos, biometry. With help of social networks, messangers, using methods of data mining and social engineering researcher or cyber-offencer can find all needed information about person for stealing or destroying his own life, not only wallets and bills.

Digital citizen ought to know different types of cybercrimes, social engineering methods, follow the rules of digital hygien and don't let the ethernet penetrate too far to our personal life. With help of this article readers would think twicely before downloading unknown developer's softwares from the net, answering to the suspicious email with strange links, storing passwords and life-needed documents at cloud-stores. Following this tips above digital person would make his own life easier, without loosing his own digitized personality, which is our's own identity, actually.

REFERENCES

1. What Is Cybersecurity? URL: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/security/what-is-cybersecurity.html#~types-of-threats>
2. List of Types of Malware. URL: <https://www.malwarefox.com/malware-types/>
3. Phishing Examples. URL: <https://www.phishing.org/phishing-examples>
4. Читаем паспортные данные студентов, школьников и пенсионеров у них из кармана. URL: <https://habr.com/ru/post/143807/>
5. How Apple and Amazon Security Flaws Led to My Epic Hacking. URL: <https://www.wired.com/2012/08/apple-amazon-mat-honan-hacking/>
6. Trump campaign site "defaced" in apparent hack. URL: <https://www.cbsnews.com/news/trump-campaign-website-defaced/>
7. Trump campaign site "defaced" in apparent hack. URL: <https://commons.erau.edu/jdfsl/vol12/iss2/8/>
8. Computer Security and Mobile Security Challenges. URL: https://www.researchgate.net/publication/298807979_Computer_Security_and_Mobile_Security_Challenges

Стаття надійшла до редакції 12.10.2020 р.

UDC 004.051

Ogol Anastasiya (KS-20-1)

DEVELOPMENT OF IT-TECHNOLOGIES IN UKRAINE

In this article are discussed the prospects for the development of information technologies in Ukraine, taking into account the existing external and internal factors.

В данной статье рассмотрены перспективы развития информационных технологий в Украине с учетом существующих внешних и внутренних факторов.

It is impossible to imagine the development of modern life without IT-technologies. To consider the question in all aspects we should pay attention to the development of IT-technologies in Ukraine.

Global interest in information technology, digital transformation of individual businesses and entire industries create a favorable environment not only in the international market, but in our country too. The demand for high-tech R&D services and the creation of digital products and services continues to grow. The factors that can slow down our growth are the Ukraine's overall image in the world, political and economic instability and lack of transparency and predictability of the business environment [1].

To my mind, the most important factor hindering the industry's development is the number of IT specialists on the market. By some estimates, the country's technical universities produce about 16 thousand young specialists annually, while the industry's needs exceed 20 thousand people. It is important to note that not all graduates are ready to participate in projects for foreign clients straight from the university.

Having organized a systematic work in education system, our government combined a wide range of our activities under the single GlobalLogic Education brand. In such a way, Ukraine sets a trend for cooperation with universities of that global company. Thus, one of the most effective methods of supporting and improving the quality of higher education in Ukraine has been the active cooperation of IT-businesses with higher educational institutions that train specialists for the industry [1].

Another reason of lacking the necessary IT-specialists in Ukraine is the policy of migration of specialists and "brain drain", because today they are in great demand all over the world, and competition for high-qualified employees continues to grow. So our main task is to provide better basic living conditions, social protection and decent payment.

We should also take into consideration that the ecosystem is a vital factor for the functioning and development of the Ukrainian IT industry. It is an industry of knowledge, talents and expertise, so the main task of the IT-ecosystem is to ensure the continuous interaction of market participants at different levels regarding the exchange of experience and communication to solve common problems faced our country.

Although Ukraine has the relatively young IT-ecosystem, it is still possible to characterize it as multifaceted and dynamic at this stage. Such system includes specialized business associations, regional associations (clusters), higher education institutions (which actively develop the technical education) and private educational projects, innovation parks, technological hubs, major industrial activities and professional formal and informal associations. Each of these elements has its own priorities and aspects, which, as a result, create a positive environment for the industry development.

Much of Ukraine's success stems from its ample resources. It is the largest country that lies entirely in Europe with a population of nearly 43 million and a workforce of 20 million people. The country has a favorable geographical position as it borders Poland, Romania, Slovakia, Hungary and Moldova in the west; Belarus and Russia to the north and east; Bulgaria, Georgia, and Turkey to the south over the Black Sea. For European businesses, geographical location and time zone proximity significantly simplify collaboration. Moreover, the European mindset and a similar business culture remove communication bottlenecks [2].

Ukraine has got tight relations with IT-companies of foreign countries. There are currently over 1,600 software development service companies in Ukraine, and most of them provide software development services to customers around the globe. Therefore, businesses that look for an IT partner in Ukraine come up against the challenge of choosing among a variety of vendors. The selection criteria often include the company's size, years on the market, a track record of similar projects, references, experience in certain technologies and industry verticals, security practices [4].

It should be emphasized that Ukrainian IT service companies stand out among the global competition thanks to the convenient geographical location, cultural closeness, good communication, highly skilled talents and, of course, competitive prices. Therefore, all these factors play a decisive role.

Maybe you know how many developers live and work in Ukraine. And we do know. StackOverflow company has already counted the developers and found out that there are 166.000 software developers in Ukraine. This accounts for 35% of the Central and Eastern Europe pool. Around half of the Ukrainian developers are currently employees in software development outsourcing. This means the vast majority of Ukrainian software development companies are exporting IT services.

There are five big IT-tech hubs in Ukraine now. Among them you can find Kyiv, Kharkiv, Lviv, Dnipro, and Odessa. Let's look at each of the IT hubs in Ukraine a little bit closer [3].

1. As you can see from the Kyiv hosts the major part of software development companies. And that's happened due to a large number of reasons not just because Kyiv is the capital of Ukraine. First of all, Kyiv has a favorable location and it's easy to reach from any part of the world. Also, it's really important when it comes to any long-lasting projects since that's quite hard to control the process.

2. Kharkiv is the second in population city after the capital of Ukraine, and, naturally, it takes the second place on the software development arena on the country. It is also known *as a city of students* — Kharkiv is filled in with the bunch of prestigious universities, and five of them dedicated to technical studies and sciences. These educational institutions release more than 2,000 tech graduates yearly adding to the IT human resources of the region.

3. Lviv is a rising technical hub in Ukraine and another attractive outsourcing destination within the country. This is also a very popular tourist spot and a well-known location throughout Europe, which adds points to this city on the IT outsourcing arena as well

4. Dnipro is the fourth in population city in Ukraine and also the fourth spot in our list of Ukrainian tech hubs. It is located in the Eastern part of Ukraine and has over one million of citizens, 8k of which are software development professionals. Although this number is drastically lower than the IT labor pool in the first three cities we discussed above, Dnipro comes with a number of great advantages for Western entrepreneurs.

5. Odessa is the last but definitely not least on our list of pinned locations for IT outsourcing in Ukraine. It is one of the biggest cities in the country and is among the top three most known tourist attractions alongside with Lviv and Kyiv. Odessa is located on the Black Sea seaside which positively affects its climate, trading relations with the bordering countries, and even the lifestyle its citizens live. Within Ukraine, there is a popular opinion of Odessa being the most welcoming city for IT startups.

Accordingly, the amount of revenues to the state budget per 1 person employed 10 in the IT sector was much higher than the national average. The personal income tax paid by IT industry specialists was 3.7 times higher than the national average. Since the industry widely applies the model of cooperation with specialists as IEs, the single tax paid by one active entrepreneur was also taken into account. Nevertheless, its amount was also 3.4 times larger than the amount of personal income tax per 1 employee.

To make sure that some of the industries are really successful within the country, the external and domestic market should have approximately the same value. Any industry doesn't operate properly without its harmonious development in the local market. However, as of today, the value of the domestic market of IT services in Ukraine is much smaller than the export share. So, if we are talking about further rapid development of the information technology industry, we simply cannot ignore the problem of domestic demand. Traditionally, there is a little interest in domestic products in Ukraine. And it is even smaller when it comes to IT services, because digitalization is far from being the top priority for most local players. To change things, IT industry representatives should take the first step by providing their services to local organizations or pro bono institutions and considering their work in the domestic market as corporate social responsibility and investments in the future. EPAM Ukraine is taking these steps right now by supporting a number of public and social projects with its expertise. The state cannot take any action in this situation. In my opinion, the government should stimulate the use of technological solutions by other industries [3].

I'm sure you will agree that Ukrainian specialists are very qualified: about 80% of employees have a master's degree (or a specialist degree), more than 11% have a bachelor's degree. Other workers are either still getting higher education degrees, or graduated specialized courses or choose self-education. In addition, dozens of employees with a PhD degree work on the market, which stimulates the development of both the domestic business and science.

Ukraine is one of the Eastern European countries that is becoming increasingly popular among those looking for IT outsourcing partner. Since 2017, the IT sector in Ukraine has grown 27%, with over 185,000 IT specialists currently working in the country. The number of IT companies in Ukraine is predicted to double by 2025. Ukraine is now the fourth-largest supplier of tech talent to the world (after the US, Russia, and India), with a corresponding growth in the amount of outsourcing in Ukraine.

CONCLUSIONS

IT outsourcing in Ukraine nowadays offers a wide range of market solutions. From individual developers to small and mid-size software development firms. Some have teams of hundreds of engineers, specialists, and QA professionals. Most developers in Ukraine have years and decades of experience, working according to tried-and-tested processes, and use cutting-edge tech solutions, project management tools, and work within a supportive tech ecosystem. All this contributes to our growth in the country and Ukraine goes on working in the direction of IT-technologies development.

REFERENCES

1. Development of Ukrainian IT-industry. URL: https://brdo.com.ua/wp-content/uploads/2018/12/IT_report_eng_F-1.pdf
2. Ukrainian IT Market. URL: <https://idagroup.com/blog/software-development-outsourcing-companies-in-ukraine/>
3. Software development in Ukraine-IT market report. <https://escadra.com.ua/en/it-rynok-ukrainy-v-cifrax.html>
4. IT outsourcing in Ukraine. <https://diceus.com/software-development-companies-ukraine/>

ЗМІСТ

Розділ 1. Металургія*Бредіхін М. А. (КДМ-19мн)*

Вплив форми та розміру інструментів на напружено-деформований стан заготовки	3
--	---

Розділ 2. Економіка*Крайня О. П. (Мн-20-Ізм), Лиманська О. І., Мовсісян А. Г. (Мн-20-Ім)*

Сутність та складові товарно-цінової політики	7
---	---

Розділ 3. Загальний розділ*Бєлов С. С. (АВП-19-1)*

Контроль впливу електромагнітного поля на навколишнє середовище	14
---	----

Вовненко В. В. (АВП-19-Імн)

Система розпізнавання на основі нейронної мережі з метою визначення найменування лікарських рослин для надання допомоги і лікування.....	18
--	----

Горбачов О. С. (АВП-20мн)

Пошук та видалення резонансних частот в аудіодоріжках у програмному середовищі STUDIO ONE	27
---	----

Думенко Є. В. (АВП-19-2м)

Дослідження та розробка автоматизованої системи управління деаератором	31
--	----

Kovalchuk Oleh (ESA-18-1)

Biomechanical technologies in our lives.....	39
--	----

Криворучек В. В. (АВП-20мн)

Вирішення проблеми конфлікту частот аудіодоріжок у програмному середовищі STUDIO ONE	42
--	----

Лисенко Р. В. (АВП-19-2м)

Дослідження та розробка системи автоматизації клімат-контролю з метою зниження енерговитрат відділення міської лікарні.....	46
---	----

Майданник А. О. (АВП-19-1м)

Підвищення надійності верстата Skoda W 200.....	50
---	----

Максименко К. С. (АВП-19-2м)

Математичне моделювання теплових параметрів відновлювального періоду плавки в дуговій сталеплавильній печі	55
--	----

Мартиненко М. В. (АВП-19-2м)

Дослідження системи керування двохдвигунного електроприводу лебідки скіпового підйомника	59
--	----

<i>Митязов І. В. (АВП-19-2м)</i> Автоматизована система регулювання підсосу холодного повітря стенду сушки футеровки.....	65
<i>Мокрушин Д. С. (АВП-19-2м)</i> Дослідження системи керування електроприводу конвеєру завантаження сушильного барабану.....	71
<i>Назаренко Д. Є. (АВП-19-2м)</i> Розробка і дослідження системи керування електроприводом головного руху токарного верстата моделі 1К670Ф3	76
<i>Пружняк М. М. (АВП-17-1)</i> Розробка осцилятора джерела живлення установки для мікроплазмового зварювання.....	81
<i>Цюх К. А. (АВП-19-2м)</i> Дослідження точності позиціонування автоматизованого електроприводу рентгенологічного апарата	87
<i>Шевченко Р. А. (АВП-19-2м)</i> Дослідження точності позиціонування автоматизованого електроприводу 3-х координатного столу апарата МРТ	93
<i>Ванін О. С. (КН-19-1мн)</i> Використання тендерного методу розподілу завдань по виконавчим ресурсам у Agile-методології.....	99
<i>Гладченко Д. О. (КН-19мн)</i> Автоматизація визначення ефективності способів розміщення контенту на інтернет-ресурсах учбового призначення.....	103
<i>Кононенко А. О. (КН-19-1мн)</i> Дослідження методів та інформаційних технологій планування та реалізації управління ігровими даними при проектуванні та експлуатації гри.....	113
<i>Котробай А. С. (КН-19-1зм)</i> Дослідження методів моделей та інформаційних технологій для автоматизації багатоканального поливу на базі Arduino.....	118
<i>Леохін В. Е. (КН-19-1зм)</i> Дослідження методів моделей та інформаційних технологій для автоматичної метеостанції на базі Arduino	122
<i>Malynovskyi Mykyta (CS-19-2)</i> Computer games for learning english	126
<i>Nedopytalskiy A. D. (APP-18-1)</i> Digital hygiene and an introduction to information security	129
<i>Ogol Anastasiya (KS-20-1)</i> Development of it-technologies in Ukraine	134

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

До публікації у збірнику приймаються матеріали обсягом від 4 до 10 повних сторінок. Матеріали подаються надруковані у 1 примірнику і (*обов'язково*) електронний варіант.

Текст розмістити на білому папері формату А4 (210 × 297 мм) з полями 2 см з усіх боків. Абзац повинен мати наступний формат: відступ зліва і справа – 0 см; новий рядок – відступ 1,25 см; інтервал до і після абзацу – 0 см. Сторінки не нумерувати. Орієнтація сторінки для розміщення тексту – книжкова. Для розміщення табличних даних, графіків, схем, малюнків при необхідності допускається альбомна орієнтація сторінки.

Структура статті повинна містити наступні розділи:

– **постановка проблеми**, завдання в загальному вигляді та його зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями;

– **аналіз останніх публікацій**, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор (*не менше 3-х статей, що вийшли за останні 10 років*); виокремлення невіршених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття;

– **формулювання мети статті** (з нового рядка – «*Метою роботи є ...*») і постановка приватних завдань, які вирішуються в статті;

– **виклад основного матеріалу** дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.

Текст статті оформити в редакторі Word 10.0 (HE XP), шрифтом Times New Roman розміром 12 пт; між рядками – один інтервал; новий рядок – відступ 1,25 см; вирівнювання по ширині сторінки з переносами. Текст анотацій оформити шрифтом Times New Roman Cyr (*курсив*) розміром 10 пт; між рядками – один інтервал.

Ілюстративний матеріал монтується безпосередньо у тексті. Не допускається обтікання малюнків текстом. Назва повинна бути короткою і відображати зміст малюнка. Підпис розміщують під рисунком, вирівнювання – по ширині, з нового рядка.

Формули набираються у редакторі Microsoft Equation 2.0/3.0 з параметрами: звичайний – 12 пт; крупний індекс – 10 пт; дрібний індекс – 8 пт; великий символ – 14 пт; дрібний символ – 8 пунктів. Вирівнювання – по центру, без відступу, номер – по правому краю, до і після формули – порожній рядок.

Таблиці відділяються від попереднього тексту порожнім рядком. Назва таблиці має бути стислою і відбивати зміст таблиці. Напис «Таблиця 1» – по правому краю. Назва таблиці – на наступному рядку по центру.

Порядок оформлення статей. На першій сторінці статті, в першому рядку з абзацу набирається індекс УДК. Через рядок з абзацу – прізвище та ініціали автора, в дужках вказати групу. Нижче з абзацу, шрифтом Times New Roman (звичайний), розміром 12 пт, прописними буквами без переносів, з вирівнюванням по центру – НАЗВА СТАТТІ. Потім шрифтом Times New Roman Cyr (*курсив*), розміром 10 пт з вирівнюванням по ширині сторінки – анотації на мові статті та англійською мовою, з нового рядка кожна, загальним обсягом до 10 рядків. Через рядок з абзацу – текст статті. У тексті статті допускаються підзаголовки, розміщені в окремому рядку з абзацу, маркери.

Заголовок **ВИСНОВКИ** починається з нового рядка, набраний прописними буквами, шрифтом Times New Roman (звичайний), розміром 12 пт, вирівнювання – по центру. Вирівнювання основного тексту висновків – по ширині.

Список літератури озаглавлювати словами ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ, набраними шрифтом Times New Roman Cyr (звичайний) розміром 12 пт прописними літерами по центру сторінки через рядок від тексту ВИСНОВКІВ. Список літератури оформити згідно ДСТУ 8302:2015 шрифтом Times New Roman розміром 10 пт. Кожне найменування з нового рядка, вирівнювання – по ширині, одинарним інтервалом набирається нумерований список літератури.

Як приклад з оформлення можна розглядати статті цього збірника.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**СТУДЕНТСЬКИЙ
ВІСНИК
ДДМА**

Тематичний збірник наукових праць

Технічне редагування, коректування, розробка оригінал-макета:
Катюха О. Л.

Формат 60 × 90 1/8.
Ум. друк. арк. 16,23.
Тираж 30 прим. Замовлення № 44.

Засновник, видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Академічна, 72.
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
серія ДК № 1633 від 24.12.03.