

ISSN 2078-4481

Міністерство освіти і науки України
Херсонський національний технічний університет

ВІСНИК

**Херсонського національного
технічного університету**

2(69)

Частина 1

Рекомендовано до друку Вченою радою
Херсонського національного технічного університету
(протокол № 7 від 5 липня 2019 року)

Журнал включено до Переліку наукових фахових видань України
(наказ Міністерства освіти і науки України від 11.07.2016 №820), у яких можуть
публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів
доктора та кандидата технічних наук

Журнал включено до наукометричних баз, електронних бібліотек та репозитаріїв:
Google Scholar, National Library of Ukraine (Vernadsky)

Херсон 2019

Редакційна рада

Головний редактор

Литвиненко В.І.

д.т.н., професор,

завідувач кафедри інформатики і комп'ютерних наук

Відповідальний секретар

Вольвач І.Ю.

к.е.н., доцент,

завідувач навчально-наукового відділу

Редакційна колегія

Баганов Є.О.

Букетов А.В.

Дімітрова В.Я. (Болгарія)

Жарікова М.В.

Зайцева О.І.

Коган О.Г. (Білорусь)

Куник О.М.

Партицький С. (Польща)

Повстяной В.М.

Савіна Г.Г.

Сарібєкова Д.Г.

Сарібєкова Ю.Г.

Семешко О.Я.

Сошко В.О.

Сошко О.І.

Хрущ Н.А.

Чурсіна Л.А.

Шарко М.В.

Шерстюк В.Г.

к.т.н., доцент

д.т.н., професор

д.н., доцент

к.т.н., доцент

к.е.н., доцент

д.т.н., професор

к.т.н., старший викладач

д.с.н., професор

к.х.н., доцент

д.е.н., професор

д.т.н., професор

д.т.н., професор

к.т.н., с.н.с.

к.т.н., доцент

д.т.н., професор

д.е.н., професор

д.т.н., професор

д.е.н., професор

д.т.н., професор

ISSN 2078-4481

Министерство образования и науки Украины
Херсонский национальный технический университет

ВЕСТНИК

**Херсонского национального
технического университета**

2(69)

Часть 1

Рекомендовано к печати Ученым советом
Херсонского национального технического университета
(протокол № 7 от 5 июля 2019 года)

Журнал включен в Перечень научных специализированных изданий Украины
(приказ Министерства образования и науки Украины от 11.07.2016 №820),
в которых могут публиковаться результаты диссертационных работ на соискание
ученых степеней доктора и кандидата технических наук

Журнал включен в наукометрические базы, электронные библиотеки и репозитории:
Google Scholar, National Library of Ukraine (Vernadsky)

Херсон 2019

Редакционный совет

Главный редактор

Литвиненко В.И.

д.т.н., профессор,

заведующий кафедрой информатики и компьютерных наук

Ответственный секретарь

Вольвач И.Ю.

к.э.н., доцент,

заведующий учебно-научным отделом

Редакционная коллегия

Баганов Е.А.

к.т.н., доцент

Букетов А.В.

д.т.н., профессор

Димитрова В.Я. (Болгария)

д.н., доцент

Жарикова М.В.

к.т.н., доцент

Зайцева Е.И.

к.э.н., доцент

Коган А.Г. (Беларусь)

д.т.н., профессор

Куник А.Н.

к.т.н., старший преподаватель

Партицкий С. (Польша)

д.с.н., профессор

Повстяной В.М.

к.х.н., доцент

Савина Г.Г.

д.э.н., профессор

Сарибекова Д.Г.

д.т.н., профессор

Сарибекова Ю.Г.

д.т.н., профессор

Семешко О.Я.

к.т.н., с.н.с.

Сошко А.И.

д.т.н., профессор

Сошко В.А.

к.т.н., доцент

Хрущ Н.А.

д.э.н., профессор

Чурсина Л.А.

д.т.н., профессор

Шарко М.В.

д.э.н., профессор

Шерстюк В.Г.

д.т.н., профессор

ISSN 2078-4481

Ministry of Education and Science of Ukraine
Kherson National Technical University

VISNYK

**of Kherson National
Technical University**

2(69)

Part 1

Recommended for publication by the Academic Council of
Kherson National Technical University
(Minutes № 7 on 5th July 2019)

The journal is included in the List of scientific professional publications of Ukraine
(Order №820 of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated 11 July 2016) where
the results of the theses of Doctor and Candidate of Engineering Science can be published

The journal is included in the scientometric bases, electronic libraries and repositories:
Google Scholar, National Library of Ukraine (Vernadsky)

Kherson 2019

Editorial Board

Editor-in-Chief

Litvinenko V.I.

Doctor of Engineering Science, Professor

Head of the Department of Informatics and Computer Science

Executive Secretary

Volvach I.Yu.

Ph.D., Associate Professor,

Head of Academic and Scientific Department

Members of Editorial Board

Baganov Ye.A.

Ph.D., Associate Professor

Buketov A.V.

Doctor of Engineering Science, Professor

Dimitrova V.Ya. (Bulgaria)

Ph.D., Associate Professor

Zharikova M.V.

Ph.D., Associate Professor

Zaitseva E.I.

Ph.D., Associate Professor

Kogan A.G. (Belarus)

Doctor of Engineering Science, Professor

Kunik A.N.

Ph.D., Senior Lecturer

Partitsky S. (Poland)

Doctor of Social Sciences, Professor

Povstyanoy V.M.

Ph.D., Associate Professor

Savina G.G.

Doctor of Economics, Professor

Saribekova D.G.

Doctor of Engineering Science, Professor

Saribekova Yu.G.

Doctor of Engineering Science, Professor

Semeshko O.Ya.

Ph.D., Senior Researcher

Soshko A.I.

Doctor of Engineering Science, Professor

Soshko V.A.

Ph.D., Associate Professor

Khrushch N.A.

Doctor of Economics, Professor

Chursina L.A.

Doctor of Engineering Science, Professor

Sharko M.V.

Doctor of Economics, Professor

Sherstyuk V.G.

Doctor of Engineering Science, Professor

ЗМІСТ

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ НАУКИ

Кучма М.І. Зв'язок між факторизаціями сингулярних і регулярних симетричних матриць над кільцями поліномів з інволюцією.....	11
---	----

ІНЖЕНЕРНІ НАУКИ

Безвесільна О.М., Петренко О.В., Ільченко М.В. Вибір робочого діапазону кутів тахометра для виробів легкої броньованої техніки.....	21
Данова К.В. Ризикорієнтований підхід до оцінки небезпеки травмування працівників із інвалідністю на робочих місцях.....	26
Діхтєвський О.В. Розробка методики підвищення достовірності вимірювання геометричних параметрів зубчастих коліс.....	33
Дмитрієв Д.О., Войтович О.А., Русанов С.А., Чурсов С.О. Стендові методи випробування шин автотранспорту.....	39
Дмитрієв Д.О., Русанов С.А., Федорчук Д.Д. Функціональні можливості і керування просторовими системами приводів для різних технологічних задач.....	48
Курак В.В., Андропова О.В., Яценко А.М., Яценко Н.В. Автономна вітро-сонячна система для електрозабезпечення промислового об'єкту.....	55
Мешков Ю.Є., Войтович О.А. До питання про класифікацію плоских груп Ассура.....	62

ТЕХНОЛОГІЯ ЛЕГКОЇ І ХАРЧОВОЇ
ПРОМИСЛОВОСТІ

Бурак В.Г., Новікова Н.В. Дослідження впливу параметрів технології виробництва м'ясних охолоджених напівфабрикатів на безпечність продукції відповідно принципів НАССР.....	70
Бурак В.Г., Новікова Н.В. Формування змісту навчання етнічної кухні Китаю у студентів харчової галузі.....	82
Калина В.С., Дмитрієва Н.Ю. Удосконалення рецептури шоколадних тістечок «Брауні» на основі бобової культури – нут.....	87
Калина В.С., Олійник О.В. Удосконалення рецептури кремово-збивних цукерок «Чарівне молоко», збагачених бджолиним обніжжям.....	93
Кулігін М.Л., Скропишева О.В., Гнідець В.П. Дослідження впливу структуроутворювачів, загущувачів, вологостримуючих агентів на консистенцію плодово-ягідного морозива (Частина 2).....	99
Лайкун Д.О., Артеменко Т.П., Яценко М.В., Березненко С.М. Аналіз сучасного асортименту та систематизація головних уборів.....	106
Мартиросян І.А., Пахолок О.В., Семак Б.Д. Оцінка ефективності використання тіосульфатних антимікробних препаратів.....	113
Павлюк А.Ю., Литвиненко Н.М. Розробка дизайну колекції моделей жіночого одягу в етностилі з інтерпретацією українських автентичних костюмів Волині XIX – XX ст.....	120
Салеба Л.В., Єщенко К.О. Ідентифікаційна експертиза безалкогольних напоїв.....	126

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Араффа Х., Ткач М. Аналітичний метод формування траєкторії руху антропоморфного шагаючого апарата.....	134
Єпик М.О. Проектування бази даних інтелектуальної системи діагностики захворювань.....	139
Макарова Л.М., Приходько Н.В., Кудін О.О. Побудова нелінійної регресійної моделі для оцінювання розміру веб-додатків, реалізованих мовою Java.....	145
Точилін С.Д., Рибін В.О. Кросплатформна комп'ютерна програма для поліноміального регресійного аналізу даних.....	154

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Броварець О.О. Математична модель функціонування інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторингу стану сільськогосподарських угідь.....	159
Славич В.П., Дербеденєв А.В. Модель функціонування транспортного затору та визначення часу його подолання.....	169

ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Верещага В.М., Лисенко К.Ю. Композиційна інтерполяція кривими Балюби просторової дискретно поданої кривої.....	174
---	-----

ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

Луб'яна Н.П., Луб'яний П.В., Якименко С.В. Інвестиційна привабливість транспортних підприємств.....	182
Славич В.П., Гірік Д.О. Модель оптимізації часу перебування громадського транспорту на зупинках.....	187
Якименко С.В., Луб'яний П.В., Луб'яна Н.П. Удосконалення організації міських пасажирських перевезень з урахуванням залучених інвестиційних ресурсів.....	192

CONTENS

FUNDAMENTAL SCIENCES

Kuchma M.I. The connection between factorizations of singular and regular symmetric matrices over the rings of polynomials with involution.....	11
--	----

ENGINEERING SCIENCES

Bezbesilna E.N., Petrenko O.V., Ilchenko M.V. Choice of working range of corners of tachometer for wares of the easy reserved technique.....	21
Danova K.V. Riskoriented approach to estimating the danger of injuring workers with disability at work.....	26
Dihtievskiy A.V. Development of methods for improving the accuracy of measurement of geometric parameters of stomach wheels.....	33
Dmitriev D., Voytovich O., Rusanov S., Chursov S. Stand test methods for tire motor transport.....	39
Dmitriev D.A., Rusanov S.A., Fedorchuk D.D. Functional capabilities of spatial drive system management for various technological problems.....	48
Kurak V.V., Andronova E.V., Yatsenko A.M., Yatsenko N.V. Off-grid wind-solar system for electric supply of industrial object.....	55
Mieshkov Yu.Ye., Voytovich O.A. On the question of Assur’s flat group classification.....	62

THE TECHNOLOGY OF LIGHT AND FOOD INDUSTRY

Burak V., Novikova N. Research on the effects of the parameters of the technology of production of meat cooled semi-fabricates on product safety in accordance with HACCP principles.....	70
Burak V.G., Novikova N.V. Formation of contents the studu of Chinese ethnic cuisine of students in food industry.....	82
Kalyna V.S., Dmytriieva N.Yu. Improving the recipe of chocolate cakes “Brown” on the basis of beach culture – chickpea.....	87
Kalyna V.S., Oliinyk O.V. Improvement of recreation of cream-bended confet "Bird's milk", enriched with bee pochen.....	93
Kuligin M., Skropisheva O., Hnidets V. Investigation influence of structuralforms, determinants, hydrogenerable agents on the consistency of fruit and berry ice cream (Part 2).....	99
Laikun D., Artemenko T., Yatsenko M., Bereznenko S. Analysis of modern assortment and systematization of headwears.....	106
Martirosyan I., Pakholiuk E., Semak B. Evaluation of the efficiency of the use of thiousolphoteanti-microbial preparations.....	113
Pavluk A.Yu., Lytvynenko N.M. Development of a collection of models of women's clothing in ethnistal with interpretation of ukrainian authentic fabric assets of the XIX - XX century.....	120
Saleba L., Eschenko K. Identification expertise of non-alcoholic beverages.....	126

INFORMATION TECHNOLOGIES

Araffa H., Tkach M. Analytical method of formation of a trajectory of motion of anthropomorphic walking apparatus.....	134
Iepik M.O. Database design for the disease diagnostic’s intellectual system.....	139
Makarova L.M., Prykhodko N.V., Kudin O.O. Constructing the non-linear regression model for size estimation of web-applications implemented in Java.....	145
Tochilin S.D., Rybin V.O. Cross-platform computer program for polynomial regression data analysis..	154

MATHEMATICAL MODELING OF PHYSICAL AND TECHNOLOGICAL PROCESSES AND TECHNICAL SYSTEMS

Brovarets O. Mathematical model of functioning of information and technical system of local operating monitoring state of agricultural agriculture.....	159
Slavich V.P., Derbedenev A.V. Model of functioning of traffic jam and defining the time of its overcoming.....	169

APPLIED GEOMETRY AND COMPUTER TECHNOLOGIES

Vereschaga V., Lysenko K. Compositive interpolation of the curve of the space discrete of the current cruises.....	174
---	-----

ECONOMICAL SCIENCES

Lubyanaya N.P., Lubyanyy P.V., Yakimenko S.V. Investment attractiveness of transport enterprises.....	182
Slavich V.P., Hirik D.O. Model of optimization of public transport permissions at stopping.....	187
Yakimenko S.V., Lubianiy P.V., Lubyana N.P. Improving the organization of city passenger transport with the consideration of investigated investment resources.....	192

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ НАУКИ

УДК 512.64

М.І. КУЧМА

Національний університет "Львівська політехніка"

ЗВ'ЯЗОК МІЖ ФАКТОРИЗАЦІЯМИ СИНГУЛЯРНИХ І РЕГУЛЯРНИХ СИМЕТРИЧНИХ МАТРИЦЬ НАД КІЛЬЦЯМИ ПОЛІНОМІВ З ІНВОЛЮЦІЄЮ

Встановлено необхідні і достатні умови існування факторизації $A(x) = B(x)C(x)B(x)^\nabla$ сингулярних симетричних матриць $A(x)$ із сингулярним множителем $B(x)$ заданої форми Сміта і заданою системою нескінченних елементарних дільників над кільцем поліномів з інволюцією. Ці умови отримано з врахуванням обмежень на степені співмножників як недопустимої, так і допустимої факторизації. Для кожного фіксованого розкладу форми Сміта симетричної матриці показано, що допустима факторизація єдина. Описано вигляд симетричної матриці $C(x)$ у формулі факторизації при кожній із можливих інволюцій у кільці поліномів.

Знайдено необхідні і достатні умови існування факторизації симетричних оборотних матриць над кільцем поліномів з інволюцією. Ці умови отримано з врахуванням обмежень на степені співмножників факторизації з використанням зворотного матричного полінома, і без обмежень на степені співмножників за допомогою узагальненого зворотного матричного полінома.

Досліджено зв'язок між факторизаціями сингулярних і регулярних симетричних матриць із сингулярним та регулярним множниками заданої форми Сміта і заданою системою нескінченних елементарних дільників над кільцем поліномів з інволюцією. Цей зв'язок побудовано в термінах нескінченних елементарних дільників, зворотного та узагальненого зворотного матричних поліномів, і реалізовано через алгоритм факторизації відповідних регулярних симетричних матриць із регулярним множителем заданої форми Сміта.

Наведено приклади факторизації сингулярних симетричних матриць і факторизації симетричних оборотних матриць над кільцем поліномів з інволюцією.

Ключові слова: симетричний матричний поліном, сингулярний і регулярний (унітальний) матричні поліноми, форма Сміта, нескінченні елементарні дільники, зворотний і узагальнений зворотний матричні поліноми, допустима факторизація, недопустима факторизація.

М.И. КУЧМА

Национальный университет "Львовская политехника"

СВЯЗЬ МЕЖДУ ФАКТОРИЗАЦИЯМИ СИНГУЛЯРНЫХ И РЕГУЛЯРНЫХ СИММЕТРИЧЕСКИХ МАТРИЦ НАД КОЛЬЦАМИ ПОЛИНОМОВ С ИНВОЛЮЦИЕЙ

Установлены необходимые и достаточные условия существования факторизаций $A(x) = B(x)C(x)B(x)^\nabla$ сингулярных симметрических матриц $A(x)$ с сингулярным множителем $B(x)$ заданной формы Сміта и заданной системой бесконечных элементарных делителей над кольцом полиномов с инволюцией. Эти условия получены с учетом ограничений на степени сомножителей как недопустимой, так и допустимой факторизаций. Для каждого фиксированного разложения формы Сміта симметрической матрицы показано, что допустимая факторизация единственная. Описан вид симметрической матрицы $C(x)$ в формуле факторизации при каждой из возможных инволюций в кольце полиномов.

Найдены необходимые и достаточные условия существования факторизаций симметрических обратимых матриц над кольцом полиномов с инволюцией. Эти условия получены с учетом ограничений на степени сомножителей факторизации с использованием обратимого матричного полинома, и без ограничений на степени сомножителей с помощью обобщенного обратимого матричного полинома.

Исследована связь между факторизациями сингулярных и регулярных симметрических матриц с сингулярным и регулярным множителями заданной формы Сміта и заданной системой бесконечных элементарных делителей над кольцом полиномов с инволюцией. Эта связь представлена в терминах бесконечных элементарных делителей, обратимого и обобщенного обратимого матричных полиномов и реализована через алгоритм факторизаций соответствующих регулярных симметрических матриц с регулярным множителем заданной формы Сміта.

Приведены примеры факторизаций сингулярных симметрических матриц и факторизаций симметрических обратимых матриц над кольцом полиномов с инволюцией.

Ключевые слова: симметрический матричный полином, сингулярный и регулярный (унитальный) матричные полиномы, форма Смита, бесконечные элементарные делители, обратимый и обобщенный обратимый матричные полиномы, допустимая факторизация, недопустимая факторизация.

M.I. KUCHMA

Lviv Polytechnic National University

THE CONNECTION BETWEEN FACTORIZATIONS OF SINGULAR AND REGULAR SYMMETRIC MATRICES OVER THE RINGS OF POLYNOMIALS WITH INVOLUTION

The necessary and sufficient conditions for the existence of factorizations $A(x) = B(x)C(x)B(x)^\nabla$ of singular symmetric matrices $A(x)$ with a singular factor $B(x)$ of a given Smith form and a given system of infinite elementary divisors over a ring of polynomials with involution are established. These conditions are obtained taking into account the constraints on the degrees of factors of inadmissible and admissible factorizations. For each fixed Smith form of a symmetric matrix it is shown that the admissible factorization is unique. The form of the symmetric matrix $C(x)$ in the factorization formula for each of the possible involutions in the ring of polynomials is described.

The necessary and sufficient conditions for the existence of factorizations of symmetric invertible matrices over the ring of polynomials with involution are found. These conditions are obtained taking into account the constraints on the degree of factors of factorization using the dual matrix polynomial, and without limitation on the degree of factors by means of a generalized dual matrix polynomial.

The connection between factorizations of singular and regular symmetric matrices with singular and regular factors of a given Smith form and the given system of infinite elementary divisors over the ring of polynomials with involution is investigated. This connection is constructed in terms of infinite elementary divisors, dual and generalized dual matrix polynomials, and is implemented through the algorithm of factorizations of the corresponding regular symmetric matrices with a regular multiplier of a given Smith form.

Examples of factorizations of singular symmetric matrices and factorizations of symmetric invertible matrices over the ring of polynomials with involution are given.

Keywords: symmetric matrix polynomial, singular and regular (unital) matrix polynomials, Smith form, infinite elementary divisors, dual and generalized dual matrix polynomials, admissible factorization, inadmissible factorization.

Постановка проблеми

Факторизації симетричних матриць над кільцями поліномів з інволюцією досить широко застосовують в теорії диференціальних рівнянь, нелінійній теорії регулювання та диференціальних іграх, і таким чином, вони мають велике прикладне значення.

Нехай у кільце поліномів $K = \mathbf{C}[x]$ введено інволюцію ∇ одним із таких можливих способів [9]:

$$(\alpha) \quad \left(\sum_{i=0}^p a_i x^i \right)^\nabla = \sum_{i=0}^p \bar{a}_i (-x)^i,$$

$$(\beta) \quad \left(\sum_{i=0}^p a_i x^i \right)^\nabla = \sum_{i=0}^p a_i (-x)^i,$$

$$(\gamma) \quad \left(\sum_{i=0}^p a_i x^i \right)^\nabla = \sum_{i=0}^p a_i x^i.$$

На кільце матриць $M_n(K)$ інволюцію ∇ перенесено так:

$$A(x)^\nabla = \left\| a_{ij}(x) \right\|^\nabla = \left\| a_{ji}(x) \right\|^\nabla.$$

Матрицю $A(x)$ називатимемо симетричною, якщо $A(x) = A(x)^\nabla$.

У пропонованій роботі розглянуто факторизації симетричної матриці $A(x)$ з кільця $M_n(K)$ вигляду

$$A(x) = B(x)C(x)B(x)^\nabla, \quad (1)$$

де $B(x)$ – регулярний або сингулярний матричний поліном, $C(x) = C(x)^\nabla$ – деяка неособлива матриця, які у випадку $C(x) = C$ охоплюють факторизації із робіт [9, 10].

Нагадаємо, що матрицю $A(x) = \sum_{i=0}^m A_i x^{m-i}$, де $A_i \in M_n(\mathbf{C})$, називають регулярною (сингулярною), якщо $A(x)$ – неособлива поліномна матриця, у якій $\det A_0 \neq 0$ ($\det A_0 = 0$).

У роботі [3] знайдено необхідні і достатні умови існування факторизацій регулярних симетричних матриць над кільцем поліномів з інволюцією та побудовано алгоритм матричної факторизації із регулярним (унітальним) множником заданої форми Сміта, а в [4, 5] отримано необхідні і достатні умови виділення спеціальних дільників із сингулярних матричних поліномів.

У пропонованій роботі подальші дослідження приводять до необхідності факторизацій сингулярних симетричних поліномів із сингулярним множником заданої форми Сміта, а також до факторизацій (1) оборотних симетричних матриць над кільцем поліномів з інволюцією. Алгебричний підхід до розв'язання цих задач та встановлення зв'язку між матричними факторизаціями сингулярних і регулярних поліномів здійснено з використанням понять зворотного і узагальненого зворотного матричного поліномів та системи нескінченних елементарних дільників [6, 12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Більшість задач теорії абсолютної стійкості, теорії оптимального керування та теорії диференціальних ігор зводяться до необхідності матричної факторизації (1) без додаткових обмежень на степені поліномів у працях [9, 10]. У роботі [2] до факторизації симетричного матричного квадратного тричлена зводиться розв'язання задачі Ейлера-Арнольда про рух багатовимірною твердого тіла і більярдів в областях просторів постійної кривизни. Вирішення задачі \mathbf{H}^∞ - оптимального керування спектральним методом [1] зводиться до розв'язання поліномного рівняння Ріккати, розв'язок якого пов'язаний з існуванням канонічної факторизації матричного полінома з обмеженням на степені співмножників [14]. Запропонований у роботі [11] алгоритм послідовного скорочення множників для звичайної спектральної факторизації поліномів з виродженою матрицею старших коефіцієнтів, а потім для знакозмінних матричних поліномів [14], вимагають алгебричного підходу до розв'язання задач матричної факторизації із регулярним чи сингулярним множником заданої форми Сміта.

Формулювання мети дослідження

Метою даної роботи є дослідження зв'язку між факторизаціями регулярних і сингулярних симетричних матриць над кільцями поліномів з інволюцією. Для шуканого зв'язку використовуються конструкція понять зворотного і узагальненого зворотного матричного поліномів та нескінченних елементарних дільників.

Викладення основного матеріалу дослідження

Матрицю $\tilde{A}(x)$ називатимемо зворотною до матриці $A(x)$, якщо $\tilde{A}(x) = \sum_{i=0}^m A_i x^i$. Розглянемо факторизації сингулярної симетричної матриці $A(x)$, характеристичний поліном $\det A(x)$ якої має усі корені відмінні від нуля, оскільки за необхідності цього завжди можна досягнути заміною змінної $x = t - \beta$, де β – довільне число, відмінне від скінченної кількості коренів полінома $\det A(x)$.

Позначимо через $S_{\tilde{A}}(x)$ форму Сміта матриці $\tilde{A}(x)$

$$S_{\tilde{A}}(x) = P(x)\tilde{A}(x)Q(x), \quad (2)$$

де $P(x), Q(x)$ – деякі оборотні над K матриці.

У роботі [5] досліджувалось питання про виділення спеціальних дільників із сингулярного матричного полінома. Відомо, що необхідною і достатньою умовою для того, щоб $A(x) = B(x)C(x)$, де $B(x)$ – сингулярний матричний поліном степеня r з формою Сміта $\Phi(x) = \text{diag}(\varphi_1(x), \dots, \varphi_n(x))$ і

системою нескінченних елементарних дільників $x^{l_1}, x^{l_2}, \dots, x^{l_n}$, $0 \leq l_1 \leq \dots \leq l_n$,
 $\sum_{i=1}^n l_i = rn - \sum_{i=1}^n \deg \varphi_i(x)$, причому $\deg A(x) = \deg B(x) + \deg C(x)$, є умова

$$\det M_{\infty}^{V(\Phi)P(x)\|E, Ex, \dots, Ex^{r-1}\|}(\tilde{\Phi}) \neq 0, \tag{3}$$

де $\tilde{\Phi}(x) = \text{diag}(x^{l_1} \tilde{\varphi}_1(x), \dots, x^{l_n} \tilde{\varphi}_n(x))$, $P(x)$ – довільна оборотна матриця із співвідношення (2),
 $V(\tilde{\Phi})$ – ядро визначальної матриці $W(\tilde{\Phi})$, введеної в [8].

Умова (3) є необхідною умовою факторизації (1), але не достатньою. Наступний результат встановлює необхідні і достатні умови факторизації із сингулярним множником.

Теорема 1. Нехай $\Phi(x) = \text{diag}(\varphi_1(x), \dots, \varphi_n(x))$ – d - матриця [7], яка є дільником форми Сміта $S_A(x)$ сингулярного матричного полінома $A(x)$. Для матриці $A(x) = A(x)^\nabla$ існує факторизація (1), в якій $B(x)$ – сингулярний матричний поліном степеня r з формою Сміта $\Phi(x)$ і системою нескінченних елементарних дільників $x^{l_1}, x^{l_2}, \dots, x^{l_n}$, $0 \leq l_1 \leq \dots \leq l_n$, $\sum_{i=1}^n l_i = rn - \sum_{i=1}^n \deg \varphi_i(x)$, а $C(x) = C(x)^\nabla$ – деяка неособлива матриця, причому $\deg A(x) = 2 \deg B(x) + \deg C(x)$, тоді і тільки тоді, коли симетрична матриця

$$V(\tilde{\Phi})P(x)\tilde{A}(x)P(x)^\nabla V(\tilde{\Phi})^\nabla \tag{4}$$

ділиться одночасно зліва на $\tilde{\Phi}(x)$ і справа на $\tilde{\Phi}(x)^\nabla$ при деяких допустимих значеннях параметрів матриці $V(\tilde{\Phi})$, для яких виконується умова (3), де $\tilde{\Phi}(x) = \text{diag}(x^{l_1} \tilde{\varphi}_1(x), \dots, x^{l_n} \tilde{\varphi}_n(x))$, $P(x)$ – довільна оборотна матриця із співвідношення (2), $V(\tilde{\Phi})$ – ядро визначальної матриці $W(\tilde{\Phi})$.

Доведення. Необхідність. Нехай для сингулярної матриці $A(x)$ існує факторизація (1), причому $\deg A(x) = 2 \deg B(x) + \deg C(x)$.

Розглянемо $\tilde{A}(x)$ зворотний поліном до $A(x)$. Тоді з рівності (1), за умови на степені співмножників, одержимо факторизацію регулярної симетричної матриці $\tilde{A}(x)$, у якій множник $\tilde{B}(x)$, зворотний до $B(x)$, є регулярною матрицею степеня r з формою Сміта $\tilde{\Phi}(x)$. Тому згідно з наведеним вище результатом про виділення сингулярного множника і теоремою 1 роботи [3] виконуються умови (3) і (4).

Достатність. При виконанні умов (3) і (4) існує факторизація симетричного полінома $\tilde{A}(x)$, зворотного до $A(x)$, у якій множник $\tilde{B}(x)$ є регулярним степеня r з формою Сміта $\tilde{\Phi}(x)$. Тоді, розглянувши зворотний до $\tilde{A}(x)$ матричний поліном, отримуємо факторизацію (1) матриці $A(x)$ із сингулярним множником $B(x)$, зворотним до $\tilde{B}(x)$, де $\deg B(x) = r$, $S_B(x) = \Phi(x)$ і системою нескінченних елементарних дільників $x^{l_1}, x^{l_2}, \dots, x^{l_n}$.

Теорему доведено.

Припустимо, що форму Сміта матриці $A(x)$ можна зобразити у вигляді

$$S_A(x) = \Phi(x)I(x)\Phi(x)^\nabla, \tag{5}$$

де $\Phi(x), I(x)$ – d - матриці.

Зазначимо, що розклад симетричної матриці $A(x)$, в якому $B(x)$ – регулярний або сингулярний матричний поліном із формою Сміта $\Phi(x)$, а матриця $C(x)$ має форму Сміта $I(x)$, називають допустимою факторизацією матриці $A(x)$, паралельною факторизації (5) її форми Сміта $S_A(x)$. Інакше кажучи, факторизація (1) допустима тоді, коли форма Сміта матричного полінома $A(x)$ дорівнює добутку форм Сміта його співмножників. У протилежному разі, факторизацію (1) матриці $A(x)$ називають недопустимою.

Теорема 2. Для сингулярної симетричної матриці $A(x)$ існує допустима факторизація (1), в якій $B(x)$ – сингулярний матричний поліном степеня r з формою Сміта $\Phi(x)$ і системою нескінченних елементарних дільників $x^{l_1}, x^{l_2}, \dots, x^{l_n}$, $0 \leq l_1 \leq \dots \leq l_n$, $\sum_{i=1}^n l_i = m - \sum_{i=1}^n \deg \varphi_i(x)$, а $C(x) = C(x)^\nabla$ – деяка неособлива матриця з формою Сміта $I(x)$, причому $\deg A(x) = 2 \deg B(x) + \deg C(x)$, тоді і тільки тоді, коли

$$\det M_{P(x) \| E, E, \dots, E, x^{r-1} \|} (\Phi) \neq 0,$$

де $\Phi(x) = \text{diag} (x^{l_1} \tilde{\varphi}_1(x), \dots, x^{l_n} \tilde{\varphi}_n(x))$, $P(x)$ – довільна оборотна матриця із співвідношення (2). Для кожного фіксованого розкладу (5) така допустима факторизація (1) єдина.

Доведення. Випливає з теореми 1 і наслідку з теореми 1 роботи [3].

Наслідок 1. Факторизація (1) сингулярного симетричного полінома $A(x)$, в якій $\deg A(x) = 2 \deg B(x) + \deg C(x)$, існує тоді і тільки тоді, коли існує факторизація зворотного до $A(x)$ матричного полінома $\tilde{A}(x)$:

$$\tilde{A}(x) = \tilde{B}(x)C_1(x)\tilde{B}(x)^\nabla, \tag{6}$$

де $C_1(x) = \pm \tilde{C}(x)$.

Опишемо вигляд симетричної матриці $C(x)$ у формулі факторизації (1) при кожній із можливих інволюцій у кільці K , введених у роботі [9].

Твердження 1. Нехай має місце факторизація (6) матричного полінома $\tilde{A}(x)$ зворотного до $A(x)$. Тоді матриця $C(x)$ у факторизації (1) має вигляд:

$C(x) = -\tilde{C}_1(x)$ за інволюцій (α) , (β) , якщо r – непарне число;

$C(x) = \tilde{C}_1(x)$ за інволюцій (α) , (β) , якщо r – парне число, і за інволюції (γ) .

Приклад 1. Нехай сингулярна симетрична матриця $A(x) = \begin{pmatrix} 1 & x & 0 \\ -x & 1-2x^2 & 0 \\ 0 & 0 & 1-x^2 \end{pmatrix}$, де

$S_A(x) = \text{diag} (1, 1-x^2, 1-x^2)$. Розглянемо $\tilde{A}(x) = \begin{pmatrix} x^2 & x & 0 \\ -x & x^2-2 & 0 \\ 0 & 0 & x^2-1 \end{pmatrix}$ зворотний до $A(x)$, де

$S_{\tilde{A}}(x) = \text{diag} (1, x^2-1, x^2(x^2-1))$.

Для регулярної симетричної матриці $\tilde{A}(x)$ існують факторизації

$$\tilde{A}(x) = \begin{pmatrix} x & 0 & 0 \\ -1 & x-1 & 0 \\ 0 & 0 & x-1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -x & -1 & 0 \\ 0 & -x-1 & 0 \\ 0 & 0 & -x-1 \end{pmatrix}$$

з регулярним множником $\tilde{B}_1(x)$ форма Сміта якого $\Phi_1(x) = \text{diag}(1, x-1, x(x-1))$, і

$$\tilde{A}(x) = \begin{pmatrix} x & 0 & 0 \\ -1 & x & 1 \\ 0 & 1 & x \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -x & -1 & 0 \\ 0 & -x & 1 \\ 0 & 1 & -x \end{pmatrix}$$

з регулярним множником $\tilde{B}_2(x)$ форма Сміта якого $\Phi_2(x) = \text{diag}(1, 1, x(x^2-1))$.

Тоді для сингулярного матричного полінома $A(x)$ матимемо такі факторизації

$$A(x) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -x & -x+1 & 0 \\ 0 & 0 & -x+1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & x & 0 \\ 0 & x+1 & 0 \\ 0 & 0 & x+1 \end{pmatrix},$$

у якій $B_1(x)$ – сингулярний множник з формою Сміта $\Phi_1(x) = \text{diag}(1, 1-x, 1-x)$ і системою нескінченних елементарних дільників $1, 1, x, i$

$$A(x) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -x & 1 & x \\ 0 & x & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & x & 0 \\ 0 & 1 & -x \\ 0 & -x & 1 \end{pmatrix},$$

у якій $B_2(x)$ – сингулярний множник з формою Сміта $\Phi_2(x) = \text{diag}(1, 1, 1-x^2)$ і системою нескінченних елементарних дільників $1, 1, x$. Перший розклад матриці $A(x)$ є прикладом допустимої факторизації, паралельною факторизації (5) її форми Сміта $S_A(x)$, а другий $A(x)$ – недопустимої факторизації.

Зауважимо, що факторизації (1) сингулярних симетричних матричних поліномів отримують з відповідних факторизацій зворотних матричних поліномів, які є регулярними. Алгоритм здійснення факторизацій регулярних симетричних матриць із регулярним множником заданої форми Сміта над кільцем поліномів з інволюцією описано у роботі [3].

Розглянемо факторизації сингулярної симетричної матриці $A(x)$, характеристичний поліном $\det A(x)$ яких є одиницею кільця $K = \mathbf{C}[x]$. Такі оборотні над K матриці $A(x)$ є сингулярними [13].

Легко бачити, що $\tilde{A}(x)$ зворотна до матриці $A(x) \in GL_n(K)$ є регулярною матрицею, характеристичний поліном якої $\det \tilde{A}(x) = x^m$.

Наступний результат встановлює необхідні і достатні умови факторизації симетричної оборотної над K матриці $A(x)$, в якій $B(x) \in GL_n(K)$, $\deg B(x) = m/2$.

Теорема 3. Для симетричної оборотної над K матриці $A(x)$ існує факторизація (1), в якій $B(x)$ оборотна над K із системою нескінченних елементарних дільників $x^{l_1}, x^{l_2}, \dots, x^{l_n}$, $0 \leq l_1 \leq \dots \leq l_n$, $\sum_{i=1}^n l_i = mn/2$, а $C(x) = C$ – неособлива діагональна матриця, тоді і тільки тоді, коли симетрична матриця $V(\Phi)P(x)\tilde{A}(x)P(x)^\nabla V(\Phi)^\nabla$ ділиться одночасно зліва на $\Phi(x)$ і справа на $\Phi(x)^\nabla$ при деяких допустимих значеннях параметрів матриці $V(\Phi)$, для яких виконується умова (3), де

$\overset{\infty}{\Phi}(x) = \text{diag}(x^{l_1}, \dots, x^{l_n})$, $P(x)$ – довільна оборотна матриця із співвідношення (2), $V(\overset{\infty}{\Phi})$ – ядро визначальної матриці $W(\overset{\infty}{\Phi})$.

Доведення. Необхідність випливає із теореми 1 і наслідку 1.

Достатність. Згідно з теоремами 1 робіт [3] існує факторизація регулярного матричного полінома $\tilde{A}(x)$ зворотного до $A(x)$

$$\tilde{A}(x) = \tilde{B}_1(x)G\tilde{B}_1(x)^\nabla, \tag{7}$$

де $\tilde{B}_1(x)$ – унітальна матриця степеня $m/2$ з формою Сміта $\overset{\infty}{\Phi}(x)$, а $G = G^\nabla$ – неособлива матриця. Матриця G є ермітово конгруентною за інволюції (α) (конгруентною за інволюцій (β) , (γ)) до матриці енергії $I(G) = \text{diag}\{E_k, E_{n-k}\}$, де k – кількість додатних власних значень матриці G , тобто $G = TI(G)T^\nabla$, а $T \in GL_n(\mathbb{C})$.

Тоді із співвідношення (7) одержуємо факторизацію

$$\tilde{A}(x) = \tilde{B}(x)C_1\tilde{B}(x)^\nabla, \tag{8}$$

де $\tilde{B}(x) = \tilde{B}_1(x)T$ – регулярна матриця степеня $m/2$ з формою Сміта $\overset{\infty}{\Phi}(x)$, $C_1 = I(G)$.

Розглянувши поліном зворотний до $\tilde{A}(x)$, з рівності (8) одержимо факторизацію (1), у якій матриця $B(x)$ зворотна до $\tilde{B}(x)$ є оборотною над K із системою нескінченних елементарних дільників $x^{l_1}, x^{l_2}, \dots, x^{l_n}$, а вигляд матриці $C = \pm C_1$ описано у твердженні 1.

Теорему доведено.

З теореми 3 випливає наслідок.

Наслідок 2. Для симетричної матриці $A(x) \in GL_n(K)$ існує факторизація (1), в якій $B(x) \in GL_n(K)$, $\deg B(x) = \deg A(x)/2$, тоді і тільки тоді, коли існує факторизація симетричної матриці $\tilde{A}(x)$ зворотної до $A(x)$.

Важливою є задача про факторизацію (1) оборотної над K симетричної матриці $A(x)$ степеня m , в якій $B(x) \in GL_n(K)$, $\deg B(x) > m/2$. У таких факторизаціях умова на степені поліномів не виконується, тобто $\deg A(x) \neq \deg B(x) + \deg B(x)^\nabla$, тому скористаємось введеним у [6] поняттям узагальненого зворотного полінома.

Нехай $f(x) = \sum_{i=0}^m a_i x^{m-i}$ – деякий поліном, зокрема матричний. Узагальненим зворотним до

$f(x)$ відносно r степеня називатимемо поліном $\tilde{f}(x) = \sum_{i=0}^m a_i x^{i+r}$, де $r \in \mathbf{N}$.

Якщо $\deg f(x) = m$, то очевидно, що $\tilde{f}(x) = x^{r+m} f\left(\frac{1}{x}\right)$, $r \in \mathbf{N}$.

Легко бачити, що якщо матричний поліном $A(x)$ оборотний над K , то $\tilde{A}(x)$ – узагальнений зворотний до $A(x)$ є регулярним матричним поліномом. Якщо $A(x)$ симетрична матриця, то матриця $\tilde{A}(x)$ симетрична, коли r – парне число. Надалі, вважатимемо, що r – парне число.

Зважаючи, що $\tilde{A}(x) = Ex^r \tilde{A}(x)$, $r \in \mathbf{N}$, то легко переконатись у справедливості наступного твердження.

Твердження 2. Нехай форма Сміта $S_{\tilde{A}}(x)$ матричного полінома $\tilde{A}(x)$ зворотного до $A(x)$ має вигляд (2). Тоді форма Сміта $S_{\tilde{A}}(x)$ матричного полінома $\tilde{A}(x)$ отримується за тих самих матриць $P(x)$, $Q(x)$ оборотних над K , тобто $S_{\tilde{A}}(x) = P(x)\tilde{A}(x)Q(x)$.

Теорема 4. Для симетричної матриці $A(x) \in GL_n(K)$ існує факторизація (1), в якій $B(x) \in GL_n(K)$, $C = C^\nabla$ – неособлива діагональна матриця, тоді і тільки тоді, коли існує недопустима факторизація [3] матричного полінома $\tilde{A}(x)$ узагальненого зворотного до $A(x)$ відносно r степеня, де $r = \deg \tilde{B}(x) + \deg \tilde{B}(x)^\nabla - m$, $\tilde{B}(x)$ зворотний до $B(x)$ поліном.

Доведення. Необхідність. Нехай для матриці $A(x) \in GL_n(K)$ існує факторизація (1) і

$$r = \deg \tilde{B}(x) + \deg \tilde{B}(x)^\nabla - \deg A(x).$$

Розглянувши $\tilde{A}(x)$ узагальнений зворотний до $A(x)$ відносно r степеня, із рівності (1) одержуємо факторизацію регулярного матричного полінома $\tilde{A}(x)$.

Доведемо, що отримана факторизація матриці $\tilde{A}(x)$ не може бути допустимою. Припустимо, що існує допустима факторизація для $\tilde{A}(x)$

$$\tilde{A}(x) = \tilde{B}_1(x)C_1\tilde{B}_1(x)^\nabla$$

І

$$S_{\tilde{A}}(x) = \Phi_1(x)I\Phi_1(x)^\nabla, \quad \deg \Phi_1(x) = n(m+r)/2,$$

де поліном $\tilde{B}_1(x)$ з формою Сміта $\Phi_1(x)$. Оскільки $S_{\tilde{A}}(x) = Ex^r S_{\tilde{A}}(x)$, то з останніх співвідношень можна виділити лівий і правий множники $Ex^{r/2}$ і $(Ex^{r/2})^\nabla$ відповідно

$$\tilde{B}_1(x) = Ex^{r/2}\tilde{B}(x), \quad \Phi_1(x) = Ex^{r/2}\Phi(x).$$

Звідси випливає, що існує допустима факторизація матриці $\tilde{A}(x)$, в якій матриця $\tilde{B}(x)$ степеня $m/2$ з формою Сміта $\Phi(x)$. Отримали протиріччя, оскільки $\deg \tilde{B}(x) = \deg B(x) > m/2$.

Достатність. Нехай існує факторизація матричного полінома $\tilde{A}(x)$ узагальненого зворотного до $A(x)$ відносно r степеня

$$\tilde{A}(x) = \tilde{B}(x)C_1\tilde{B}(x)^\nabla, \tag{9}$$

причому $\deg \tilde{A}(x) = \deg \tilde{B}(x) + \deg \tilde{B}(x)^\nabla$.

Розглянувши матричний поліном зворотний до $\tilde{A}(x)$, з рівності (9) одержуємо факторизацію оборотної над K матриці $A(x)$, причому

$$\deg A(x) < \deg B(x) + \deg B(x)^\nabla.$$

Остання нерівність має місце, оскільки матричні коефіцієнти при x^{r-1}, \dots, x^0 полінома $\tilde{A}(x)$ є нульовими.
Теорему доведено.

Приклад 2. Нехай матриця $A(x) = \begin{pmatrix} x^2 - 1 & x^2 \\ x^2 & x^2 + 1 \end{pmatrix} \in GL_n(K)$.

Розглянемо $\tilde{A}(x) = \begin{pmatrix} 1 - x^2 & 1 \\ 1 & 1 + x^2 \end{pmatrix}$ зворотний до $A(x)$, де $S_{\tilde{A}}(x) = \text{diag}(1, -x^4)$.

Переконавшись, що для матриці $\tilde{A}(x)$ не існує допустимої факторизації, у якій множник $\tilde{B}(x)$ з формою Сміта $\text{diag}(1, x^2)$. Розглянемо $\tilde{\tilde{A}}(x) = \begin{pmatrix} x^2 - x^4 & x^2 \\ x^2 & x^2 + x^4 \end{pmatrix}$ узагальнений зворотний до $A(x)$ відносно 2-го степеня, де $S_{\tilde{\tilde{A}}}(x) = \text{diag}(x^2, -x^6)$.

Згідно з теоремою 4 для регулярного матричного полінома $\tilde{\tilde{A}}(x)$ не існує допустимої факторизації, у якій множник $\tilde{B}(x)$ з формою Сміта $\text{diag}(x, x^3)$. Для матриці $\tilde{\tilde{A}}(x)$ існує недопустима факторизація

$$\tilde{\tilde{A}}(x) = \begin{pmatrix} x^2 - \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & x^2 + \frac{1}{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^2 - \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & x^2 + \frac{1}{2} \end{pmatrix},$$

у якій множник $\tilde{B}(x)$ має форму Сміта $\text{diag}(1, x^4)$. Використавши зворотний до $\tilde{\tilde{A}}(x)$, з формули факторизації $\tilde{\tilde{A}}(x)$ одержимо шукану факторизацію оборотної над K матриці

$$A(x) = \begin{pmatrix} 1 - \frac{x^2}{2} & \frac{x^2}{2} \\ -\frac{x^2}{2} & 1 + \frac{x^2}{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 - \frac{x^2}{2} & -\frac{x^2}{2} \\ \frac{x^2}{2} & 1 + \frac{x^2}{2} \end{pmatrix}.$$

Висновки

У термінах системи нескінченних елементарних дільників і поняття зворотного матричного полінома знайдено необхідні і достатні умови існування факторизацій сингулярних симетричних матриць із сингулярним множником заданої форми Сміта над кільцями поліномів з інволюцією.

За допомогою понять зворотного й узагальненого зворотного матричних поліномів, отримано необхідні й достатні умови факторизації оборотних симетричних матриць над кільцем поліномів з інволюцією. Факторизації таких матриць отримано з обмеженням на степені співмножників і без додаткових обмежень. Встановлено зв'язок між факторизаціями сингулярних і регулярних симетричних матриць над кільцями поліномів з інволюцією. Цей зв'язок побудовано з використанням понять зворотного і узагальненого зворотного матричних поліномів та системи нескінченних елементарних дільників і наведено приклади вказаних вище факторизацій.

Список використаної літератури

1. Балабанов А. Е. Факторизация матричных полиномов с ограничением на степени // Автоматика и телемеханика, 1997. № 5. С. 86–100.
2. Веселов А. П. Интегрируемые лагранжевы соответствия и факторизация матричных многочленов // Функ. анализ и его прилож., 1991. № 25. Вып. 2. С. 38–49.
3. Зеліско В.Р., Кучма М.І. Факторизація симетричних матриць над кільцем многочленів з інволюцією // Мат. методи та фіз.-мех. поля. – 1997. Т. 40. № 4. С. 91–95.
4. Зеліско В.Р., Кучма М.І. Факторизації сингулярних симетричних матриць над кільцем многочленів з інволюцією // Мат. методи та фіз.-мех. поля. 2000. Т. 43. № 2. С. 23–27.

5. Кучма М.І. Про спеціальні дільники сингулярних матричних многочленів // *Мат. студії*. 1997. Т. 8. № 2. С. 153–156.
6. Кучма М.І. Симетрична еквівалентність матричних многочленів і виділення спільного унітального дільника із матричних многочленів. // *Укр. матем. журн.* – 2001. Т. 53. № 2. – С. 211–219.
7. Казімірський П.С. Розклад матричних многочленів на множники – Київ: Наук. думка, 1981. 224 с.
8. Казимирский П.С., Щедрик В.П. О решениях матричных многочленных односторонних уравнений // *Докл. АН СССР*. 1989. Т. 304. № 2. С. 271–274.
9. Любачевский Б.Д. Факторизация симметрических матриц с элементами из кольца с инволюцией. I // *Сиб. мат. журн.* 1973. Т. 14. № 2. С. 337–356.
10. Якубович В.А. Факторизация симметрических матричных многочленов // *Докл. АН СССР*. – 1970. Т. 194. № 3. С. 532–535.
11. Callier F. On polynomial matrix spectral factorization by symmetric extraction // *IEEE Trans. Automat. Control*. 1985. V.AC-30. № 2. P. 453-464.
12. Gohberg I., Lancaster P., Rodman L. *Matrix Polynomials*. Academic Press, New York-London 1982.
13. Kuchma M.I. Factorizations of Invertible Symmetric Matrices over Polynomial Rings with Involution// *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*. 2017. V. 13, № 10. p. 7073-7080.
14. Kwakernaak H., Sebek M. Polynomial J-spectral factorization // *IEEE Trans. Automat. Control*. 1994. V.AC-39. № 2. P. 315-328.

ІНЖЕНЕРНІ НАУКИ

УДК 528.563

О.М. БЕЗВЕСІЛЬНА

Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

О.В. ПЕТРЕНКО, М.В. ІЛЬЧЕНКО

Публічне Акціонерне Товариство «Науково-виробниче
Об'єднання «Київський завод автоматики»**ВИБІР РОБОЧОГО ДІАПАЗОНУ КУТІВ ТАХОМЕТРА ДЛЯ
ВИРОБІВ ЛЕГКОЇ БРОНЬОВАНОЇ ТЕХНІКИ**

У даній роботі розглянуто питання можливості використання тахометрів для різних виробів легкої броньованої техніки без спеціальної механічної доробки конструкції та електричних ланцюгів тахометрів. Це питання пов'язано з тим, що при застосуванні тахометрів у різних типах легкої бронетехніки розміщення тахометрів з цілого ряду конструктивних причин та розміщення приладового складу блоку бойового модуля може бути змінено. Зміна розташування місця тахометра у виробі з одного борту на протилежний призводить до того, що напрямок обертання ротора тахометра змінюється також на протилежний. У свою чергу, зміна напрямку обертання ротора призводить до зміни полярності вихідного сигналу тахометра, що не дає можливості операторам, які проводять налаштування стабілізаторів озброєння, кваліфіковано виконати налаштування – усунути вібрацію вертикального каналу наведення.

Такі непорозуміння з неможливістю налаштування стабілізаторів озброєння призводили до бракування тахометрів або блоків управління. При виявленні такої ситуації з налаштуванням стабілізаторів озброєння були проведені всебічні лабораторні дослідження тахометрів на конструкторському робочому місці стабілізатора озброєння.

При проведенні випробувань проводилось осцилографування вихідних характеристик тахометрів у залежності від напрямку обертання ротора тахометра з максимальним кутом повороту блоку озброєння у виробі – при розвороті ротора за часовою стрілкою на кут $+360^\circ$, а також проти часової стрілки на кут -360° , при цьому кут повороту тахометра у виробі знаходиться у діапазоні кутів обертання від -5° до $+75^\circ$, а також з різними швидкостями обертання блоку озброєння.

Ключові слова: тахометр, стабілізатор озброєння.

Е.Н. БЕЗВЕСЕЛЬНАЯ

Национальный технический университет Украины «Киевский
политехнический институт им. Игоря Сикорского»

А.В. ПЕТРЕНКО, Н.В. ИЛЬЧЕНКО

Публичное Акционерное Общество «Научное-производственное
объединение «Киевский завод автоматики»**ВИБІР РОБОЧОГО ДІАПАЗОНА УГЛОВ ТАХОМЕТРА ДЛЯ
ІЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЇ БРОНИРОВАНОЇ ТЕХНІКИ**

В данной работе рассмотрены вопросы возможности использования тахометров для разных изделий легкой бронированной техники без специальной механической доработки конструкции и электрических цепей тахометров. Этот вопрос связан с тем, что при применении тахометров в разных типах легкой бронированной техники размещение тахометров по целому ряду конструктивных причин размещения приборного состава блоков боевого модуля может быть изменено. Изменение расположения места тахометра в изделии с одного борта на противоположный приводит к тому, что направление вращения ротора тахометра изменяется на противоположное. В свою очередь, изменение направления вращения приводит к смене полярности выходного сигнала тахометра, что не дает возможности операторам, которые проводят настройку стабилизаторов вооружения, квалифицированно выполнить настройку – устранить вибрацию вертикального канала наведения.

Такие недоразумения с невозможностью настройки стабилизаторов вооружения приводили к бракованию тахометров или блоков управления. При обнаружении такой ситуации с настройкой стабилизаторов вооружения были проведены всесторонние лабораторные исследования тахометров на конструкторском рабочем месте стабилизатора вооружения.

При проведении испытаний проводилось осцилографирование выходных характеристик тахометров в зависимости от направления вращения ротора тахометра с максимальным углом

поворота блока вооруження в izdelii – при розвороті ротора по часовій стрелке на угол $+360^\circ$, а так же против часовой стрелке на угол -360° , при этом угол поворота тахометра в izdelii находится в диапазоне углов вращения от -5° до $+75^\circ$, а так же с разными скоростями вращения блока вооружения.

Ключевые слова: тахометр, стабилизатор вооружения.

E.N. BEZBESILNA

National technical university of Ukraine is the
«Kyiv polytechnic institute of the name Igor Sikorski»

O.V. PETRENKO, M.V. ILCHENKO

Public joint stock company «Research-and-Production association
«Kyiv avtomatics plant»

CHOICE OF WORKING RANGE OF CORNERS OF TACHOMETER FOR WARES OF THE EASY RESERVED TECHNIQUE

In this work the question of possibility of the use of tachometers is considered for the different wares of the easy reserved technique without the special mechanical revision of construction and electric chains of tachometers. It is a question of related with that at application of tachometers in the different types of easy armored vehicles of location of tachometers it can be changed from a number of structural reasons of location of device composition of block of the battle module. The change of location of place of tachometer in good from one side on opposite results in a volume, that direction of rotation to the rotor of tachometer changes also on opposite. In a turn the change of direction of rotation results in the change of polarity of initial signal of tachometer, does not give to possibility to the operators that conduct tuning of stabilizers of armament, skilled to execute tuning - to remove the vibration of vertical channel.

Such misunderstanding from the impossibility of tuning of stabilizers of armament resulted in the rejection of tachometers or CU. At the exposure of such situation with tuning of stabilizers of armament all around laboratory studies of tachometers were undertaken on the designer workplace of stabilizer of armament.

During testing oscillography of initial descriptions of tachometers was conducted depending on direction of rotation of rotor of tachometer with the maximal corner of turn of block of armament in good - at the turn of rotor after a hour-hand on a corner 360° , and also against a hour-hand on a corner -360° , here a corner of turn of tachometer in good is in a range corners of rotation from -5° to 75° , and also with different velocities of circulation of block of armament.

Keywords: tachometer, stabilizer of armament.

Постановка проблеми

Після встановлення тахометра до складу стабілізатора озброєння (СО), який призначався для використання у складі БТР, виникли проблеми з налаштуванням вертикального каналу наведення, що призводило до незгасаючих автоколивань привода вертикального наведення, які налаштуваннями не можливо було усунути. Після перехреснування зовнішніми проводами ланцюгів управляючих сигналів (УС) тахометра функціонування привода вертикального каналу відновилося.

Слідством цього стала видача тахометром управляючих сигналів (УС) протилежної полярності, що було викликано зміною розташування тахометра з одного борту у виробі БМП на інший борт у виробі БТР, виходячи з конструктивних особливостей розташування приладового складу стабілізатора.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Тахометр у виробках легкої броньованої техніки (ЛБТ) призначений для виміру кута повороту блоку озброєння відносно башти. Сигнал тахометра у блоці управління стабілізатора підсумовується з сигналом компенсаційного гіротахометра (ГТ-К), який жорстко закріплений на башті, та є сигналом швидкості зміни похибки стабілізації по каналу вертикального наведення [1,2]. Кут обертання такого гіротахометра визначається кутами обертання блоку озброєння та може бути у межах від $(-5$ до $+75)^\circ$.

Використання тахометрів в контурах управління вертикального каналу стабілізатора додає в якості управління та зменшує похибки стабілізації [3].

Формулювання мети дослідження

Мета роботи - вибір робочого діапазону кутів обертання тахометра ТГ для роботи у складі СО для виробу БТР з необхідною полярністю управляючих сигналів тахометра при припустимій рівномірності його вихідної характеристики для різних типів виробів ЛБТ.

Викладення основного матеріалу дослідження

Для визначення причини відмови налаштування були проведені випробування на конструкторському робочому місці, де в якості башти використовується стенд СТМ01. Перевірка вихідних сигналів тахометра проводилась при роботі горизонтального каналу наведення. У контурах наведення горизонтального каналу управляючі сигнали тахометра участі не приймають, і тому вони

працюють в індикаторному режимі. Розташування приладового складу стабілізатора при випробуваннях наведено на рис. 1. Місце розміщення ТГ на стенді відповідає розміщенню у складі БМП.

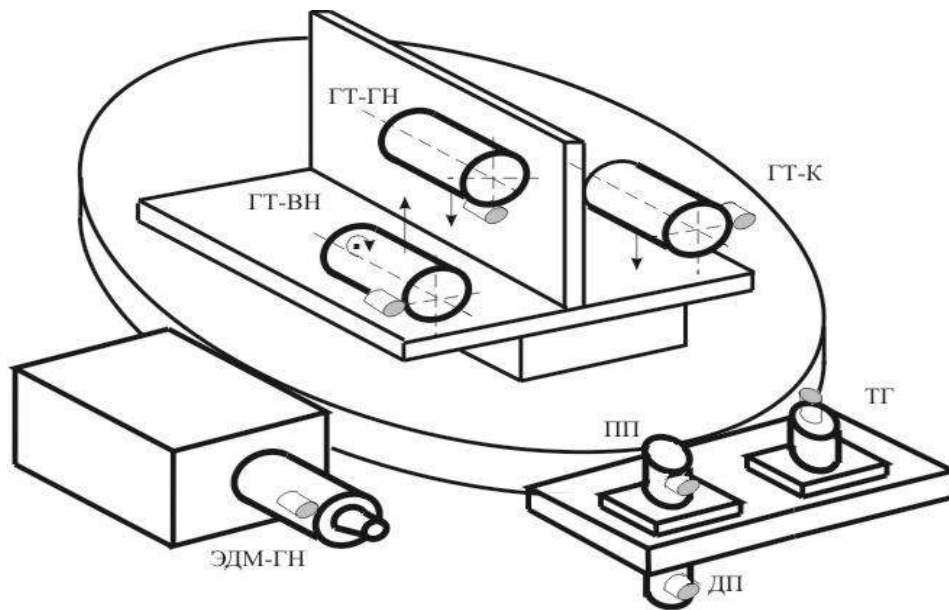


Рис. 1. Розташування приладів СО на стенді СТМ01

ГТ-ГН – горизонтальний гіротахометр, ГТ-ВН – вертикальний гіротахометр, ГТ-К – компенсаційний гіротахометр, ТГ – тахометр, ЭДМ-ГН – привідний двигун горизонтального каналу, ПП – прилад приведення, ДП – датчик положення

Вихідні характеристики ТГ знімалися шляхом осцилографування управляючих сигналів тахометра при розвороті його ротора за часовою стрілкою на кут $+360^\circ$, а також проти часової стрілки на кут -360° .

Початок розвороту (рис.2) - будівельний «нуль» тахометра (з кутовою дистанцією від робочого «нуля» в 60°). Напрямок та швидкість розвороту забезпечувалась стендом СТМ01 (що працює по каналу горизонтального наведення) з урахуванням збіжності напрямку розвороту стенда та ротора (аналогічно, як у виробі БМП).

З метою спрощення випробувань для осцилографування використовувались управляючі сигнали на контакті 8 технологічного роз'єму Ш4 блоку управління БУ, після їх інверсії лінійним каскадом БУ з коефіцієнтом $K=1$.

Аналіз вихідних характеристик тахометра ТГ проводився з вибором діапазону кутів для роботи у складі БТР з полярністю управляючих сигналів, необхідних для СО та найбільшою рівномірністю вихідної характеристики тахометра у вибраному діапазоні. Кутовий розмір вибраного діапазону становить 60° (для відповідності робочому діапазону кутів приводу вертикального наведення у складі БТР: від -10° до $+50^\circ$).

Для забезпечення функціонування тахометра у вибраному діапазоні кутів при роботі у складі БТР визначимо, що цьому відповідає кут φ_0 розвороту ротора ТГ проти часової стрілки відносно робочого «нуля». (Робочий «нуль» тахометра – положення ротора при суміщенні ризок на напівмуфті та статорі ТГ).

Імітація на стенді СТМ01 роботи стабілізатора СО у складі БТР досягається розміщенням ТГ на посадочному місці датчика положення (ДП), забезпечуючи цим розміщення ТГ та поворот його ротора аналогічним при роботі у складі БТР (протилежне по зрівнянню з напрямком при розміщенні ТГ на власному посадочному місці).

При цьому установка ТГ проводиться з розворотом ротора на кут φ_0 проти часової стрілки від робочого «нуля» тахометра (забезпечується засобами стенду).

Вихідні характеристики тахометра наведені у вигляді осцилограм управляючих сигналів на рис. 2 при роботі з ТГ№6701 та на рис. 3 при роботі з ТГ№6710.

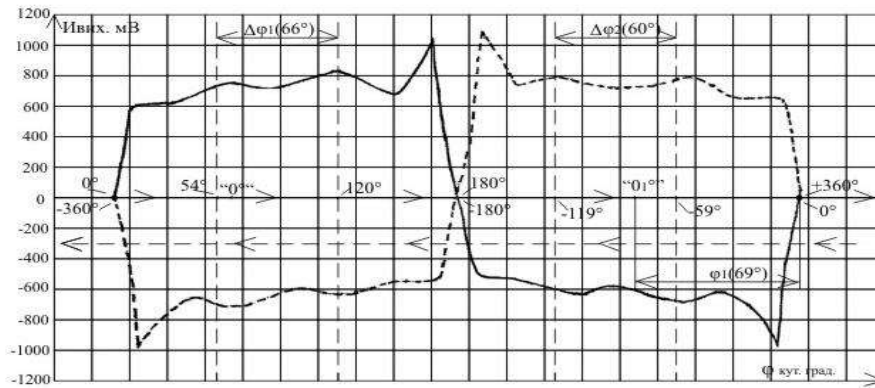


Рис. 2. Вихідні характеристики ТГ № 6701,

де: $\Delta\phi_1$ – діапазон робочих кутів тахометрів при роботі у складі БМП;
 $\Delta\phi_2$ – діапазон робочих кутів тахометрів при роботі у складі БТР;
 $\langle 0_1 \rangle$ - робочий «нуль» тахометра у вибраному діапазоні

Вихідні характеристики тахометра представлені:
 суцільна лінія – при розвороті ротора тахометра за часовою стрілкою від 0° до +360°
 пунктирна лінія – при розвороті ротора тахометра проти часової стрілки від 0° до -360°
 Швидкість розвертання ротору ТГ – 18°/сек

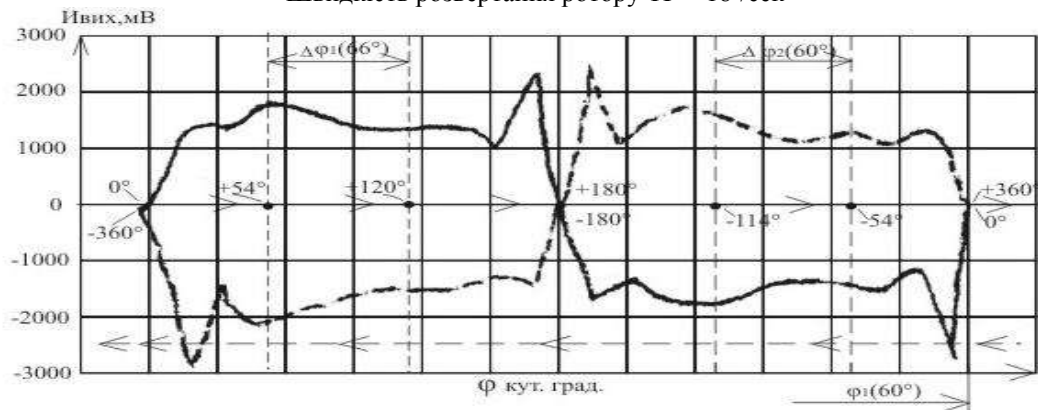


Рис. 3. Вихідні характеристики тахометра ТГ №6710

(відображення характеристик аналогічне рис. 2, швидкість розвороту ротору ТГ - 36°/сек)

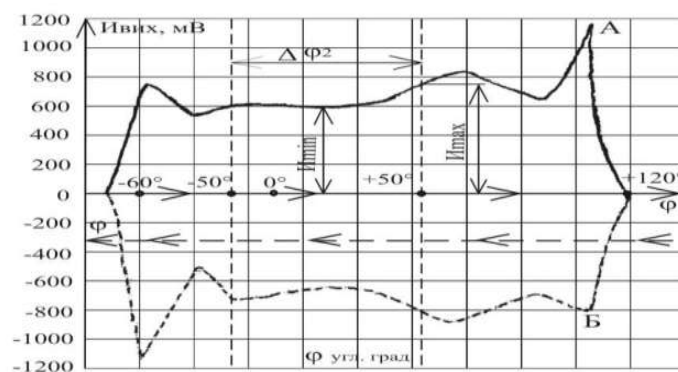


Рис. 4. Вихідні характеристики ТГ при імітації роботи у складі БТР,
 відмічені:

суцільною лінією – при розвороті стенда за часовою стрілкою від - 60° до +125°;
 пунктирна лінія – при розвороті стенда проти часової стрілки від +125° до - 60°

$\Delta\phi_2$ – діапазон робочих кутів тахометрів при роботі у складі БТР

Швидкість повороту стенда - 18°/сек

$$K_{np}(\Delta\phi_2) = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{min}} \cdot 100\% = 27,5\%$$

Суцільною лінією виконані вихідні характеристики тахометра при розвороті ротора тахометра за часовою стрілкою від 0° до $+360^\circ$, пунктирною лінією – при розвороті ротора тахометра проти часової стрілки від 0° до -360° .

Для підвищення наочності рисунків вихідні характеристики тахометрів наведені у вигляді «дзеркальних» відображень осцилограм управляючих сигналів.

Вказані на вихідних характеристиках діапазони кутів з позначенням $\Delta\varphi_1$ відповідають робочому діапазону кутів для привода ВН при роботі у складі БМП: від -6° до $+60^\circ$.

Аналіз вихідних характеристик ТГ показує, що найбільш прийнятним для функціонування тахометрів у складі БТР є діапазон кутів з позначеннями $\Delta\varphi_2$ (рис. 2,3).

У даних діапазонах вихідні характеристики більш рівномірні, напрямки розворотів ротора аналогічні напрямкам у складі БТР по відношенню к розворотам приводу вертикального наведення при необхідній для СО полярності управляючих сигналів.

Значення кута φ_0 розраховувалось по формулі:

$$\varphi_0 = 60^\circ + \varphi_1 \quad (1)$$

де φ_1 - кутова дистанція між будівельним «нулем» та робочим «нулем» (« O_1 ») вибраного діапазону кутів тахометра (69° та 60° при роботі відповідно з ТГ №6701 та ТГ №6710).

Значення кута φ_0 склало:

129° - при роботі з тахометром ТГ зав. №6701;

120° - при роботі з тахометром ТГ зав. №6710.

Імітація на стенді СТМ01 роботи СО у складі БТР проводилась з ТГ №6710 (за відсутністю ТГ №6701 з більш рівномірними вихідними характеристиками).

Установка ТГ на посадочну площину приладу ДП створювалась розворотом ротора на кут 120° проти часової стрілки від наявного «нуля».

На рис. 4. наведені вихідні характеристики тахометра при розвороті стенда на -60° (будівельний «нуль» ТГ) до $+120^\circ$ за часовою стрілкою, а також від $+120^\circ$ до -60° проти часової стрілки (представлено пунктиром).

Данні розвороту стенда відповідають розворотам ротора тахометра від 0° до -180° проти часової стрілки та від -180° до 0° за часовою стрілкою.

Відмічений на рис. 4 діапазон кутів ($\Delta\varphi_2$) є робочим діапазоном кутів приводу вертикального наведення у складі ЛБТ (від -10° до $+50^\circ$).

Нерівномірність вихідної характеристики у діапазоні кутів $\Delta\varphi_1$ прийнятна для стабілізатора озброєння ($K_{HP} = 27,2\%$) при необхідній полярності управляючих сигналів.

Налаштування приводу вертикального наведення стабілізатора проведено без зауважень.

Висновки

1. Стабілізатор у виробі БТР буде працездатним при умові установки тахометра ТГ у башті виробу з розворотом ротора на кут 120° проти часової стрілки відносно робочого «нуля» тахометра.

2. Необхідно ввести у документацію на тахометр модифікацію тахометра ТГ з робочим «нулем», повернутим відносно робочого «нуля», який має тахометр ТГ на кут 120° .

3. Результати проведених досліджень можуть бути використані розробниками СО.

Список використаної літератури

1. Боевая машина пехоты БМП-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Часть 1. 1987г., [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://armyman/info/books/id-443.html>
2. Кудрявцев А.М., Уласевич О.К., Жеглов В.Н., Гумилев В.Ю. Стабилизаторы вооружения 2Э36 устройство и обслуживание., Рязань 2013г., [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://portalnp.ru/wp-content/uploads/2014/04/KUDRYVTSEV-GUMELEV-SV-2E36pdf>
3. Цірук В.Г., Введення до контурів управління стабілізаторів озброєння легкоброньованої техніки, тахогенераторів // Вісник Херсонського національного технічного університету №2(65), 2018р.- С.68-74.

УДК 613.6.027:331.45

К.В. ДАНОВА

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

РИЗИКОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ НЕБЕЗПЕКИ ТРАВМУВАННЯ ПРАЦІВНИКІВ ІЗ ІНВАЛІДНІСТЮ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ

Фізичний та моральний знос виробничого обладнання промислових підприємств в Україні становить значний ризик для працівників, реалізація якого відбувається у вигляді аварій та нещасних випадків, у тому числі із тяжкими наслідками. Це, у свою чергу, викликає зростання чисельності осіб із інвалідністю, які потребують соціальної допомоги: пенсій, компенсаційних виплат, пільг та ін., що потребує значних витрат з боку держави. У той же час, працевлаштування осіб із інвалідністю дозволяє не лише зберегти кваліфіковані кадри, але й вирішувати низку соціальних питань. Організація робочого місця та трудового процесу працівника із інвалідністю потребує проведення ретельного аналізу небезпек та оцінювання ризику травмування з метою забезпечення належного рівня безпеки. Базовою інформацією при цьому є висновки медико-соціальної експертної комісії, що оцінює стан здоров'я постраждалого. В той же час інформація, яку отримує особа із інвалідністю за результатами обстеження медико-соціальною експертною комісією, є недостатньою для прийняття роботодавцем ефективних управлінських рішень по забезпеченню безпеки на робочому місці. З метою формування інформаційної бази щодо наявності небезпек при виконанні працівником із інвалідністю виробничих операцій, у статті на прикладі роботи на металообробальному обладнанні проаналізовано основні етапи загального оцінювання виробничого ризику, обґрунтовано критерії, за якими формується експертна група з оцінювання ризику на підприємстві, проведено попереднє оцінювання небезпек із використанням методу Preliminary Hazard Analysis та методу Делфі. За результатами проведеного дослідження встановлено, що робота на металообробному верстаті пов'язана із серйозним рівнем ризику травмування працівника внаслідок дії гострих й рухомих елементів обладнання й заготовель, а також ризиком травмування внаслідок дії електричного струму та падіння, що оцінюється як середній. Це обумовлює необхідність подальшого дослідження цих небезпек з метою зменшення ризику травмування працівників.

Ключові слова: ризик, безпека, інвалідність, РНА, метод Делфі.

К.В. ДАНОВА

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова

РИСКОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ОПАСНОСТИ ТРАВМИРОВАНИЯ РАБОТНИКОВ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

Физический и моральный износ производственного оборудования промышленных предприятий в Украине представляет значительный риск для работников, реализация которого происходит в виде аварий и несчастных случаев, в том числе с тяжелыми последствиями. Это, в свою очередь, вызывает рост числа лиц с ограниченными возможностями, нуждающихся в социальной помощи: пенсии, компенсационных выплатах, льготах и др., что требует значительных затрат со стороны государства. В то же время, трудоустройство лиц с ограниченными возможностями позволяет не только сохранить квалифицированные кадры, но и решить ряд социальных вопросов. Организация рабочего места и трудового процесса работника с инвалидностью требует проведения тщательного анализа опасностей и оценки риска травмирования с целью обеспечения надлежащего уровня безопасности. Базовой информацией при этом являются выводы медико-социальной экспертной комиссии, оценивающей состояние здоровья пострадавшего. В то же время информация, которую формируется по результатам обследования медико-социальной экспертной комиссии, является недостаточной для принятия работодателем эффективных управленческих решений по обеспечению безопасности на рабочем месте. С целью формирования информационной базы о наличии опасностей при выполнении работником с инвалидностью производственных операций, в статье на примере работы на металлообрабатывающем оборудовании проанализированы основные этапы общей оценки производственного риска, обоснованы критерии, по которым формируется экспертная группа по оценке риска на предприятии, проведено предварительное оценивание опасностей с использованием метода Preliminary Hazard Analysis и метода Дельфи. В результате проведенного исследования установлено, что работа на металлообрабатывающем станке связана с серьезным уровнем риска травмирования работника вследствие действия острых и движущихся элементов оборудования и заготовок, а также риском получения травмы в результате действия

электрического тока и падения, который оценивается как средний. Это обуславливает необходимость дальнейшего исследования этих опасностей с целью уменьшения риска травмирования работников.

Ключевые слова: риск, безопасность, инвалидность, РНА, метод Дельфи.

K.V. DANOVA

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

RISKORIENTED APPROACH TO ESTIMATING THE DANGER OF INJURING WORKERS WITH DISABILITY AT WORK

Physical depreciation and obsolescence of industrial equipment at enterprises in Ukraine leads to an increase of the number of accidents and damages, which, in turn, causes an increase of the number of persons with disabilities, which requires additional social costs, while the employment of persons with disabilities allows solving a number of social issues. The organization of the workplace and the work process of an employee with a disability requires a thorough analysis of hazards and an assessment of the risk of injury or deterioration in employee health. At the same time, the information that a person with a disability receives from a survey of a medical and social expert commission is not sufficient for an employer to make effective management decisions to ensure employee safety at the workplace. In order to form an information base on the presence of hazards when an employee with a disability does work operations on guillotine shears, the article analyzes the main stages of an overall assessment of production risk, substantiates the criteria by which an expert group on risk assessment is formed at an enterprise, and carried out a preliminary hazard assessment using Preliminary Hazard Analysis and suggested using the Delphi method as an additional method for assessing and reconciling expert opinion. The use of the method makes it possible to assess the risk of work on the production equipment, which is determined by the probability of realization of the danger and the severity of the consequences. Using the Delphi method allows to determine the degree of consistency of expert opinions and adjust it by determining the Kendall coefficient of concordance in each subsequent stage of expert survey. According to the results of the risk analysis using the Preliminary Hazard Analysis method with the additional Delphi method, it was concluded that these risks require further processing in order to prevent injuries of workers with disabilities. At the same time, the Kendall coefficient of concordance showed sufficient consistency of expert opinions. Originality of the approach is determined by the application of this group of methods for risk assessment of injury at the workplace of an employee with a disability. The ultimate goal of risk assessment is to form an information base for the development of measures to prevent injuries to workers with disabilities in a working environment.

Keywords: Risk, Safety, Disability, RHA, Delphi Method.

Постановка проблеми

Експлуатація виробничого обладнання підприємств важкої промисловості, будівництва, транспорту становить значну небезпеку для працівників, що призводить до травматизму із тяжкими наслідками та смерті потерпілих. За даними Державної служби України з питань праці, більше половини нещасних випадків виробничого характеру, які сталися у 2017 р. при експлуатації підйомних споруд та посудин, що працюють під тиском, призвели до смертельних наслідків [1]. Іншим тяжким наслідком травматизму на підприємствах, зокрема із підвищеною небезпекою, є отримання працівниками стійких ушкоджень стану здоров'я та інвалідності.

Зростання чисельності осіб із інвалідністю в Україні обумовлює підвищення соціальних видатків у вигляді пенсій, компенсаційних виплат, пільг та ін., що потребує значних витрат з боку держави. Крім того це призводить до втрат робочої сили й поширення таких соціальних явищ, як безробіття та криміналізація [2].

Тому активізація процесу забезпечення трудової зайнятості осіб з інвалідністю є важливим соціально-економічним завданням. Створення особливих умов при працевлаштуванні осіб із інвалідністю дозволить повернути близько 2,5 млн. осіб працездатного віку [3], серед яких є висококваліфіковані кадри, на робочі місця, що позитивно вплине на соціально-економічне становище у державі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Складність вирішення питання організації трудової зайнятості осіб із стійкими вадами стану здоров'я обумовлюється, у тому числі, нестачею інформації стосовно особливостей організації робочого місця працівника із інвалідністю з погляду безпеки та обґрунтування заходів щодо забезпечення належного рівня охорони праці на робочих місцях. Роботодавець, виконуючи вимоги законодавства України, має забезпечити безпеку працівника із інвалідністю при виконанні трудових обов'язків. Однак це завдання є складнішим для працівників із інвалідністю, оскільки при прийнятті рішення щодо працевлаштування та організації робочого місця працівника із інвалідністю роботодавець не має достатньої інформаційної бази та дієвих алгоритмів прийняття управлінських рішень.

Відповідно до Закону України «Про основи соціальної захищеності осіб з інвалідністю в Україні» [4], інвалідність, як міра втрати здоров'я людини, визначається шляхом експертного

обстеження медико-соціальною експертною комісією (МСЕК). За результатами обстеження комісія надає висновок щодо стану здоров'я людини, наявності обмежень життєдіяльності та розробляє рекомендації щодо медичної, фізичної, професійної й трудової реабілітації, якими мають керуватися роботодавці при оформленні особи із інвалідністю на робоче місце [5]. Таким чином, роботодавець обґрунтовує вибір робочого місця для працівника із інвалідністю висновком МСЕК. При визначенні достатності заходів по забезпеченню безпеки працівників із інвалідністю на робочих місцях роботодавець також покладається на рекомендації МСЕК, що викладені у індивідуальній програмі реабілітації (ІПР) [6], де мають бути зазначені необхідні заходи щодо пристосування та створення робочого місця з урахуванням безпеки та особливих потреб особи із інвалідністю.

Аналіз ІПР осіб із інвалідністю різних нозологій показує, що, в основному, розділ «Трудова реабілітація» цього документу, де має зазначатися докладний опис протипоказань за станом здоров'я особи із інвалідністю, а також показані умови праці, найчастіше містить загальну інформацію, яка є недостатньою для забезпечення належного рівня безпеки працівника на робочому місці.

Ризикорієнтований підхід покладений у основу приймання більшості рішень по забезпеченню безпеки робочих місць та технологічних процесів на підприємствах США, Канади та країн Європейського союзу. Дослідження ризиків на робочих місцях працівників із інвалідністю включає в себе, у тому числі, вивчення впливу виробничих факторів та обмежень життєдіяльності на рівень ризику травмування працівника із інвалідністю, погіршення стану його самопочуття чи створення аварійної ситуації при виконанні технологічних операцій. У роботах [7-8] підкреслюється, що саме оцінка ризику травмування працівника чи отримання ним професійного захворювання є необхідною умовою забезпечення ефективного функціонування системи управління охороною праці на підприємстві.

Формулювання мети дослідження

Враховуючи те, що особи із інвалідністю є найбільш вразливою категорією працівників в аспекті виробничого травматизму, а також той факт, що інформація, яка міститься у висновках МСЕК та ІПР, є недостатньою для розробки ефективних рішень по забезпеченню безпеки працівників, виникає необхідність у докладному дослідженні питань організації безпечної праці осіб із інвалідністю в умовах підприємства та розробки системи інформаційної підтримки оцінки ризику травматизму на робочих місцях цієї категорії працівників.

Викладення основного матеріалу дослідження

Вибір методів загального оцінювання ризиків має враховувати потреби конкретної організації, підприємства у розумінні причин та наслідків реалізації певної небезпеки. У значній мірі на рішення щодо вибору методів дослідження ризиків впливає ступінь невизначеності. Серед факторів, що призводять до зростання ступеня невизначеності, слід відмітити:

- відсутність нормативних вимог, що встановлюють граничні рівні небезпечних та шкідливих виробничих факторів на робочих місцях працівників із інвалідністю із врахуванням різних нозологій;
- недостатність інформації стосовно регламентованих умов праці працівника із інвалідністю, що зазначається у ІПР на підставі обстеження працівника МСЕК.

На початкових етапах формування інформаційної бази щодо ризиків на робочому місці працівника із інвалідністю, відповідно до [9], має бути проведена процедура ідентифікації та попереднього оцінювання ризику.

Ідентифікування ризику передбачає процес виявлення, усвідомлювання та описування ризиків [11]. Останнє включає у себе структурований виклад, який охоплює чотири основні елементи:

- джерела (елементи, фактори, які окремо або у поєднанні із іншими компонентами мають потенціал спричиняти виникнення ризику; небезпеки у контексті фізичної шкоди);
- події (виникнення чи змінення конкретної низки обставин);
- причини виникнення небезпечних чинників як джерела потенційної шкоди;
- наслідки (є результатом події).

На початковому етапі ідентифікування ризику може застосовуватися метод попереднього аналізу небезпек (Preliminary Hazard Analysis – РНА). Його завдання – встановити орієнтовний перелік небезпек, які істотно впливають на рівень безпеки на певному робочому місці та потребують подальшого докладного дослідження з метою прийняття ефективних управлінських рішень з охорони праці. РНА є індуктивним методом аналізу, що дозволяє виявити та провести ранжування ризику для подальшого його вивчення. На базі цього здійснюється формування реєстру ризику для певного робочого місця, технологічного процесу.

Оскільки використання методу РНА передбачає роботу групи експертів, даний метод ефективно застосовувати у поєднанні із допоміжним методом, що дозволяє організувати ефективну взаємодію між експертами та узгодженість експертних думок, наприклад – методом Делфі.

До проведення оцінювання ризиків на підприємстві мають залучатися як інженерні фахівці, так і працівники, діяльність яких безпосередньо пов'язана із роботою на обладнанні, стосовно якого здійснюється оцінювання ризику.

Позначимо експертну групу, яка залучається до проведення дослідження, як поєднання двох підгруп:

$$U = U_f \cup U_v, \quad (1)$$

де U_f – особи з числа фахівців, які залучаються до оцінювання ризиків;

U_v – особи з числа працівників, які залучаються до оцінювання ризиків;

$$U_f = \{e_f\}, f = \overline{1, s}; \quad U_v = \{e_v\}, v = \overline{1, p}, \quad (2)$$

де $\{e_f\}$, $\{e_v\}$ – множини осіб, які можуть бути залучені до проведення процедури оцінювання ризиків з числа фахівців та працівників відповідно.

Для оцінювання компетентності експерта застосовувався коефіцієнт, який складається з двох компонент: самооцінки рівня компетентності експертом та непрямого оцінювання фаховості експерта за шкалою аргументованості [12-15]:

$$K_{ki} = \frac{k_{in} + k_a}{2}, 0 \leq k \leq 1, \quad (3)$$

де k_{in} – коефіцієнт інформованості стосовно досліджуваного питання за шкалою самооцінювання (від 0 до 1 бала (найвища ступінь інформованості про проблему));

k_a – коефіцієнт аргументованості, що отримується як сума балів за табл. 1.

Стаж роботи на виробництві визначає ступінь досвідченості фахівця у загальнопромислових питаннях, обчислюється за наступною шкалою: 0,1 бали – менш ніж 10 років; 0,2 бали – більш ніж 10 але менш ніж 20 років; 0,3 бали – стаж роботи понад 20 років.

Під критерієм особистого ознайомлення із проблемою мається на увазі наявність практичного досвіду у вирішенні питання безпеки осіб із інвалідністю, обчислюється за наступною шкалою: 0,1 бал – досвід незначний, наявність загального уявлення про проблему; 0,2 бали – середній рівень досвідченості, є епізодичний досвід вирішення питання, пов'язаного із безпекою осіб із інвалідністю; 0,3 бали – є безпосередній досвід вирішення питання охорони праці працівників із інвалідністю.

Таблиця 1

Вагові коефіцієнти джерел аргументації

Джерело аргументованості	Ступінь впливу джерела на думку експерта		
	висока	середня	низка
Стаж роботи на виробництві	0,3	0,2	0,1
Особисте ознайомлення із проблемою	0,3	0,2	0,1
Проходження навчання з охорони праці	0,3	0,2	0,1
Ознайомлення із нормативною документацією із досліджуваного питання	0,1	0,05	0,05

Проходження навчання з охорони праці надає експерту можливість отримати уявлення про небезпеки на робочих місцях, основні принципи організації охорони праці на підприємстві та шляхи попередження виробничого травматизму; у зв'язку із обов'язковістю проходження навчання з охорони праці для працівників та керівників підприємства даний критерій визначається за терміном проходження навчання: 0,1 бал – експерт проходив навчання з охорони праці три роки назад; 0,2 бали – експерт проходив навчання з охорони праці два роки назад; 0,3 бали – експерт проходив навчання з охорони праці не пізніше, ніж рік тому.

Критерій ознайомлення із нормативною документацією з досліджуваного питання характеризує рівень володіння нормативно-правовою документацією, що регламентує безпеку на робочих місцях безпосередньо на підприємстві; оцінюється за шкалою: 0,1 – експерт добре володіє нормативно-правовою базою підприємства, що встановлює критерії безпеки на робочих місцях; 0,05 – експерт знає нормативно-правову базу підприємства на задовільному рівні.

Вищезазначений підхід реалізований при проведенні оцінки ризику на робочому місці слюсаря, який працює на підприємстві металооброблювальної галузі на гільйотинних ножицях. Працівникові, який виконує роботу на даному виробничому обладнанні, встановлена інвалідність II групи (загальне захворювання). Метою аналізу є визначення вірогідності та ступеня важкості отримання травм

працівником при виконанні виробничих операцій на даному виробничому обладнанні згідно методики оцінювання ризику РНА.

Категорія ризику реалізації q -ї небажаної події (травмування працівника із інвалідністю) R_q за методом РНА визначається як

$$R_q = f(S_q; P_q), \quad (4)$$

де S_q – тяжкість наслідків внаслідок реалізації q -ї небезпеки;

P_q – вірогідність реалізації q -ї небезпеки.

Для проведення аналізу експертам запропонована анкета, у якій треба оцінити вірогідність реалізації небезпеки та важкість наслідків, що можуть відбутися при роботі на даному виробничому обладнанні.

У ході дослідження експерти-фахівці надавали експертну оцінку за усіма робочими місцями, експерти-працівники – лише за робочим місцем, де сам працівник працює.

Застосування методу Делфі для узгодження думки експертів не передбачає спільного обговорення питань, які належать до сфери дослідження. Натомість експерти мають надати незалежні погляди на питання безпеки на робочих місцях працівників із інвалідністю, які у подальшому обробляються та визначається необхідність проведення наступного туру експертного опитування.

Експертна оцінка i -го експерта за j -м питанням із урахуванням коефіцієнта компетентності визначається за формулою:

$$r_{ij_k} = r_{ij} \cdot K_{k_i}, \quad (5)$$

де r_{ij} – оцінка i -го експерта, що надана за j -м питанням, $j = 1, \dots, n$;

K_{k_i} – коефіцієнт компетентності i -го експерта.

Ступінь узгодженості оцінок експертів та необхідність проведення повторного туру анкетування за методом Делфі визначалася за дисперсійним коефіцієнтом конкордації Кендела.

Для цього визначалася сума рангів за кожним питанням m експертами [12-15]:

$$r_j = \sum_{i=1}^m r_{ij_k}. \quad (6)$$

За умови розглядання відповідей експертів як реалізації певної випадкової величини, оцінку дисперсії є

$$D = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (r_j - \bar{r})^2, \quad (7)$$

де \bar{r} – оцінка математичного очікування, що дорівнює

$$\bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_j. \quad (8)$$

Дисперсійний коефіцієнт конкордації визначається як відношення оцінки дисперсії до максимального значення цієї оцінки [12-15]

$$W = \frac{D}{D_{\max}}, \quad (9)$$

де $0 \leq W \leq 1$, оскільки $0 \leq D \leq D_{\max}$.

$$D_{\max} = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{j=1}^n (r_j^2 - 2r_j \bar{r} + \bar{r}^2) \right]. \quad (10)$$

Таким чином, за наявності пов'язаних рангів, дисперсійний коефіцієнт конкордації Кендела визначається як [12-15]

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i}, \quad (11)$$

де

$$S = \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^m r_{ij_k} - \bar{r} \right)^2, \quad (12)$$

$$T_i = \sum_{l=1}^{H_i} (h_l^3 - h_l)^2, \quad (13)$$

де T_i – показник зв'язаних рангів у i -му ранжируванні;

H_i – кількість груп рівних рангів у i -му ранжируванні;

h_l – кількість рівних рангів у l -й групі пов'язаних рангів у i -му ранжируванні.

За значенням коефіцієнту конкордації Кендела можливо зробити висновок про ступінь збігу у відповідях експертів: при повній узгодженості відповідей $W=1$.

За результатами обробки експертної інформації отримано наступні оцінки експертів (рис. 1)

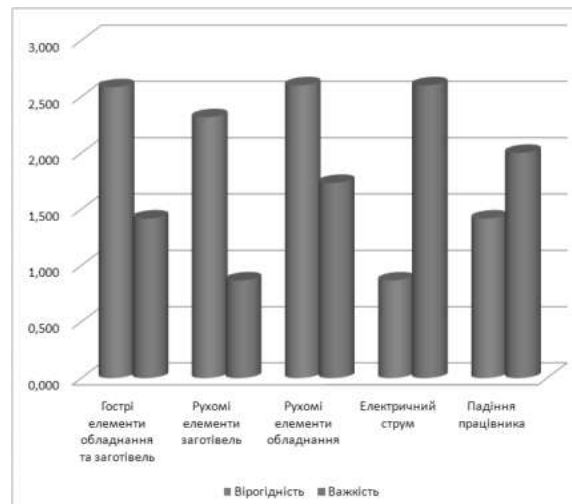


Рис. 1. Оцінка експертів стосовно рівня вірогідності та важкості травмування працівника при роботі на гільйотинних ножицях

За результатами оцінювання ризиків гострі й рухомі елементи обладнання й заготівель згідно із міжнародним стандартом [16] визнано такими, що становлять серйозну небезпеку. Інші небезпеки класифіковано як такі, що становлять небезпеку середнього ступеня. Враховуючи це, усі види небезпечних факторів потребують подальшого дослідження іншими методами оцінки ризику задля розробки ефективних заходів щодо попередження виробничого травматизму. Коефіцієнт конкордації Кендела, отриманий за ф-лами (5-13), становив 0,85 для вірогідності виникнення небезпеки та 0,89 для важкості її реалізації. Це вказує на достатню узгодженість думки експертів та відсутність необхідності проведення додаткових турів експертного опитування. Також, отримані показники вказують на можливість використання результатів попереднього оцінювання ризиків методом РНА для подальшого дослідження виробничих ризиків.

Висновки

Складність та багатоаспектність питання працевлаштування та забезпечення безпеки на робочих місцях осіб із інвалідністю потребує використання широкого спектру методів оцінювання небезпек.

Попереднє оцінювання ризику при роботі працівника із інвалідністю на гільйотинних ножицях, що розглянуто як приклад використання даної процедури, показало достатню інформативність методу та узгодженість думок експертів, тому у подальшому ці результати можуть бути використані для проведення більш ґрунтовного оцінювання ризику за допомогою основних методів.

Список використаної літератури

1. Офіційний сайт Державної служби України з питань праці [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dsp.gov.ua/> (дата звернення 17.02.2019). – Назва з екрана.
2. Данова К.В., Хворост М.В. Роль професійно-трудової реабілітації осіб із інвалідністю у контексті безпеки праці / К.В. Данова, М.В. Хворост // Коштовне господарство міст. – 2018. – Вип. 142. – С. 119-124.
3. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 16.01.2019). – Назва з екрана.
4. Закон України «Про основи соціальної захищеності осіб з інвалідністю в Україні» : станом на 20 січ. 2018 р. / Верховна Рада України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/875-12> (дата звернення 26.01.2019). – Назва з екрана.
5. Положення про медико-соціальну експертизу: станом на 15 бер. 2018 р. [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1317-2009-%D0%BF/page> (дата звернення 26.01.2019). – Назва з екрана.
6. Про затвердження форм індивідуальної програми реабілітації інваліда, дитини-інваліда та Порядку їх складання. Наказ Міністерства охорони здоров'я України 08.10.2007 N 623. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1197-07> (дата звернення 26.01.2019). – Назва з екрана.
7. Danuta, K. (2013), Handbook of Occupational Safety and Health, CRC Press: Taylor & Francis Group, New York, United States of America. – 2010. – 662 p.
8. Häring, I. (2015), Risk Analysis and Management: Engineering Resilience, Springer Science and Business Media, Singapore. – 2015. – 365 p.
9. Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику : ДСТУ ІЕС/ISO 31010:2013 (ІЕС/ISO 31010:2013, ІДТ). – К. : Мінекономрозвитку України, 2015.
10. Occupational Health and Safety Management Systems : ISO 45001. – Режим доступу: <https://www.iso.org/iso-45001-occupational-health-and-safety.html> (дата звернення 26.01.2019). – Назва з екрана.
11. Керування ризиком. Словник термінів : ДСТУ ISO Guide 73:2013 (ISO Guide 73:2009, ІДТ). – К. : Мінекономрозвитку України, 2014.
12. Рыков А.С. Системный анализ: модели и методы принятия решений и поисковой оптимизации. – М. : Издательский Дом МИСиС, 2009. – 608 с.
13. Лапыгин Ю., Лапыгин Д. Управленческие решения. – М. : 2009. – 448 с.
14. Самохвалов Ю.Я., Науменко Е.М. Экспертное оценивание. Методический аспект. – К. : ГУИКТ, 2007. – 264 с.
15. Павлов А.Н., Соколов Б.В. Методы обработки экспертной информации: учебно-методич. пособие / А.Н. Павлов, Б.В.Соколов. – Спб. : ГУАП, 2005. – 142 с.
16. MIL-STD-882E System Safety / Department of Defense Standard Practice // Departments and Defense Agencies USA. 11 May 2012 <https://www.system-safety.org/Documents/MIL-STD-882E.pdf>

УДК 531

О.В. ДІХТІЄВСЬКИЙ
ПАТ «НВО» Київський завод автоматики**РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПІДВИЩЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ
ВИМІРЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ
ЗУБЧАСТИХ КОЛІС**

У даній роботі розглянуті деякі оцінки методів підвищення достовірності вимірювання характеристик точності зубчастих коліс, а також наведені показники надійності методів вимірювання. Широке використання зубчастих коліс в багатьох галузях машинобудування та приладобудування ставить завдання розвитку метрологічного забезпечення їх виробництва. Це обумовлено вимогами підвищення точності, якості і конкурентоспроможності виробів, де вони використовуються. Наявність сучасного комп'ютерного забезпечення в координатно-вимірювальних машинах дозволяє здійснити автоматичну обробку результатів вимірювань, підвищити інформативність результатів за рахунок можливості графічного виведення інформації, значно підвищити точність результатів вимірювань за рахунок математичної компенсації похибок систематичних складових, а також зменшити випадкові похибки за рахунок статистичної обробки. Все це створює передумови для розробки і впровадження на базі координатно-вимірювальних машин сучасних прецизійних координатних методів і засобів вимірювань геометричних параметрів, а також їх метрологічного забезпечення. При контролі зубчастих коліс окрім універсальних і спеціальних засобів вимірювання типових геометричних параметрів (розмірів елементів: діаметра отворів, валів; відстаней між торцями; відхилень від перпендикулярності або паралельності і т.д.) застосовують велике число спеціалізованих приладів контролю параметрів, що характеризують експлуатаційні показники зубчастого колеса.

Запропоновано систему критеріїв для оцінки надійності методики достовірності вимірювання геометричних величин та схему для розрахунку ймовірностей, які характеризують надійність процесу вимірювання. Досліджено закон розподілу випадкової похибки вимірювання при налаштуванні вимірювального приладу по еталону. Виконаний математичний розрахунок граничних похибок прямих вимірювань геометричних параметрів зубчастих коліс. Наведені найбільш прогресивні і універсальні методи, які мають яскраво виражені переваги і дозволяють без значних складнощів змодельовати зубчасті колеса для всебічних досліджень. Окремо виділені основні особливості, які слід враховувати при розробці універсальної математичної моделі геометричних параметрів процесу вимірювання.

Ключові слова: зубчасте колесо, похибка, ймовірність, дисперсія, надійність, критерій, вимірювання, розподіл, достовірність.

А.В. ДИХТИЕВСКИЙ
ПАТ «НПО» Киевский завод автоматики**РОЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ
ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС**

В данной работе рассмотрены некоторые оценки методов повышения достоверности измерения характеристик точности зубчатых колес, а также приведены показатели надежности методов измерения. Широкое использование зубчатых колес во многих отраслях машиностроения и приборостроения ставит задачу развития метрологического обеспечения их производства. Это обусловлено требованиями повышения точности, качества и конкурентоспособности изделий, где они используются. Наличие современного компьютерного обеспечения в координатно-измерительных машинах позволяет осуществить автоматическую обработку результатов измерений, повысить информативность результатов за счет возможности графического вывода информации, значительно повысить точность результатов измерений за счет математической компенсации погрешностей систематических составляющих, а также уменьшить случайные погрешности за счет статистической обработки. Все это создает предпосылки для разработки и внедрения на базе координатно-измерительных машин современных прецизионных координатных методов и средств измерений геометрических параметров, а также их метрологического обеспечения. При контроле зубчатых колес кроме универсальных и специальных средств измерения типовых геометрических параметров (размеров элементов: диаметра отверстий, валов; расстояний между торцами; отклонений от перпендикулярности или параллельности и т.д.) применяют большое число специализированных приборов контроля параметров, характеризующих эксплуатационные показатели зубчатого колеса.

Предложена система критериев для оценки надежности методики достоверности измерения геометрических величин и схему для расчета вероятностей, характеризующих надежность процесса измерения. Исследовано закон распределения случайной погрешности измерения при настройке измерительного прибора по эталону. Выполненный математический расчет предельных погрешностей прямых измерений геометрических параметров зубчатых колес. Приведены наиболее прогрессивные и универсальные методы, которые имеют ярко выраженные преимущества и позволяют без значительных сложностей смоделировать зубчатые колеса для всесторонних исследований. Отдельно выделены основные особенности, которые следует учитывать при разработке универсальной математической модели геометрических параметров процесса измерения.

Ключевые слова: зубчатое колесо, погрешность, вероятность, дисперсия, надежность, критерий, измерения, распределение, достоверность.

A.V. DIHTIEVSKIY
PJSC «RPA» Kyiv automatics plant

DEVELOPMENT OF METHODS FOR IMPROVING THE ACCURACY OF MEASUREMENT OF GEOMETRIC PARAMETERS OF STOMACH WHEELS

In this work there are robots of assessments of the methods of performance of the characteristics of the accuracy of teeth parts, and also of the indicators of the methods of operation of the workers. Widespread victorization of teeth parts in bagatokh galuziyakh machine and equipment that should be put in place in the metrology of the metrology of the virobnitstva. Tse is charged with vimogami pidvischennya tochnosti, austerit and competitiveness, deafer stinkers. Nayavnist Suchasnyj Komp'yuterniy zabezpechennya in jig vimiryuvalnih machines dozvolyaє zdiysniti automaticity obrobku rezultativ vimiryuvan, pidvischiti informativnist rezultativ for rakhunok mozhливosti grafichnogo vivedennya Informácie, uniquely pidvischiti tochnist rezultativ vimiryuvan for rakhunok matematichnoї kompensatsii pohibok systematically warehouses and takozh zmenshiti vipadkovi pohibki for rakhunok statistichnoї obrobki . All the objectives of the change of mind for the development and implementation of on the basis of the coordinate and automatic machines of the most recent coordinate methods and geometric parameters, as well as metrological issues. When kontroli zubchastih kolis okrim universalnih i spetsialnih zasobiv vimiryuvannya types geometric parametriv (rozmiriv elementiv: diametra otvoriv, valiv; vidstaney mizh ends; vidhilen od perpendikulyarnosti abo paralelnosti i etc.) zastosoveryut velike number spetsializovanih priladiv control parametriv scho harakterizuyut ekspluatatsiyini pokazniki zubchastogo wheels.

The system of criteria for evaluating the methods of accessibility of geometrical quantities and the scheme for romancers, which characterize the process of simulation, is prescribed. Dosdidzheno law rozpodilu vipadkovo nox zibki vimiryuvannya at nalashtuvanni vim ryuvalnogo priladu on the pattern. Vykonaniy Mathematical rozrahkakuyu limiting the bends of direct Vimiryuvan geometrical parameters of teeth parts. Navigate the progress of the progressive and universal methods, allow you to turn your arm and make it possible without significant folding wheels for all the rest of the world. Okremo views of the main peculiarities that are of the utmost importance in the development of mathematical mathematical models of geometric parameters in the process of teaching.

Keywords: gear wheel, error, probability, variance, reliability, criterion, measurement, distribution, reliability.

Постановка проблеми

Провести аналіз стану методик підвищення достовірності вимірювання геометричних параметрів зубчастих коліс, для виявлення конкретних метрологічних проблем, які потребують вирішення. Розробити метод вимірювання і теорію похибки геометричних параметрів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

До теперішнього часу метрологічне забезпечення вимірювань параметрів зубчастих коліс спиралося на гаму засобів зубовимірювальної техніки - прилади для вимірювання кінематичної похибки зубчастих коліс. Всі вони мають обмежений діапазон вимірювань параметрів, різну точність і номенклатуру вимірюваних параметрів. Багато з них морально застаріли, не автоматизовані, не мають виходу на комп'ютерні засоби і не забезпечують сучасного рівня точності. В силу цього, все більше застосування в практиці метрологічного забезпечення зубчастих коліс знаходять вимірювання геометричних параметрів їх евольвентних поверхонь.

Формулювання мети дослідження

Метою роботи було дослідити та удосконалити точність вимірювання геометричних параметрів зубчастих коліс за рахунок систем критеріїв оцінки надійності методу вимірювання.

Викладення основного матеріалу дослідження

При оцінці методу вимірювання в першу чергу розглядають характеристику точності методу, яким будуть вимірювати. В ряді випадків розгляд такої характеристики є достатньою для достовірності

показань. Поряд з характеристикою точності методу вимірювання необхідно ввести в практику показник надійності методу вимірювання. Виходячи із загальних ймовірнісних положень можна було б прийняти в якості міри надійності ймовірність P , яка при симетричному законі розподілу випадкових похибок вимірювання визначається рівнянням

$$P = \int_{x-z\sigma}^{x+z\sigma} \varphi(x) dx, \quad (1)$$

де $z\sigma$ – гранична похибка прямих вимірювань;
 σ – середнє квадратичне відхилення вимірювань;
 x – середнє арифметичне значення вимірювань; $\varphi(x)$ – закон розподілу випадкових похибок вимірювань.

Так, якщо $\varphi(x)$ являється законом Гаусса, тоді при $z = 1,96$ $P = 0,95$, при $z = 3$ $P = 0,9973$ і т.д.

Можна запропонувати ще ряд критеріїв для оцінки надійності методу вимірювань.

Вибір критерію (або системи критеріїв) для оцінки надійності методу вимірювання або окремо взятого ряду вимірювання одної серії зубчастих коліс можна виконати виходячи з вимог, які вимагають в процесі вимірювання. Можна, наприклад, вважати так: метод вимірювання буде рахуватися ідеально надійним в тому випадку, якщо він не буде відхилятися від результатів технологічного процесу, тобто якщо ймовірність помилкової не придатності зубчастих коліс і ймовірність помилкового прийняття придатних зубчастих коліс буде дорівнювати нулю. В цьому випадку надійність методу вимірювання буде оцінюватися системою з двох критеріїв.

Якщо позначити ймовірність прийняття придатних шестерень P_r , тоді ймовірність помилкового прийняття не придатних шестерень буде дорівнювати

$$1 - P_r = q_1, \quad (2)$$

де q_1 – є першим критерієм.

Якщо даліше позначити ймовірність не прийняття не придатних шестерень P_b , тоді ймовірність прийняття не придатних шестерень буде дорівнювати

$$1 - P_b = q_2, \quad (3)$$

де, q_2 – є другим критерієм.

Ідеально надійним буде такий процес або метод вимірювання, для якого $q_1 = q_2 = 0$.

Можливі такі граничні випадки, коли один із критеріїв q_1 або q_2 буде дорівнювати нулю, а інший не буде дорівнювати нулю, тоді практично постійно буде мати місце нерівність

$$0 \leq q_1 \leq 1, \quad 0 \leq q_2 \leq 1. \quad (4)$$

Тобто буде мати місце деякий ризик не прийняття придатних зубчастих коліс і помилкового прийняття не придатних зубчастих коліс. Вибір того чи іншого рівня ризику залежить від конкретних умов.

Можна вважати за константу те, що в якості критерія відносної точності вимірювання приймається коефіцієнт точності методу

$$A_{мет} = \frac{\Delta_{мет}}{\delta_{мет}}, \quad (5)$$

де $\Delta_{мет}$ – похибка методу вимірювання;

$\delta_{мет}$ – поле допуску параметру, який контролюється.

Наведене визначення величини $\Delta_{мет}$ цілком є прийнятною для симетричних кривих розподілу випадкових похибок вимірювання. Тому в загальному випадку доцільно розуміти $\Delta_{мет}$ як модуль найбільшої граничної похибки вимірювання.

При оцінці окремо взятого процесу вимірювання при неминучому налаштуванні приладу:

$$\Delta_{мет} = |\Delta_n + z_1 S_{3м}|, \quad (6)$$

де Δ_n – фіксована похибка налаштування вимірювального приладу;

S_{3M} – середнє квадратичне відхилення прямих вимірювань;

z_1 – коефіцієнт, величина який визначається законом розподілу випадкових похибок вимірювання.

При оцінці методу вимірювання похибка налаштування приладу Δ_n стає величиною випадковою з середнім значенням і полем розсіювання δ_n . В такому випадку

$$\Delta_{мет} = \left| \Delta_n + z_1 \sqrt{S_n^2 + S_{3M}^2} \right|. \quad (7)$$

Розглянемо схему для розрахунку ймовірності q_1 та q_2 , які характеризують надійність процесу вимірювання, коли, крім технологічних похибок $\Delta_{тех}$, діють похибки вимірювання $\Delta_{вим}$ і похибки налаштування вимірювального приладу $\Delta_{нал}$.

Нехай технологічні похибки параметру x розподіляються по закону $\varphi(x)$ з наступними параметрами: центром $x_{тех}$ і стандартом $\sigma_{тех}$. Похибки налаштування розподіляються по закону $\nu(\Delta_{нал})$ з параметрами $x_{нал}$ і $\sigma_{нал}$, а випадкові похибки вимірювання – по закону $\tau(\Delta_{вим})$ з параметрами $x_{вим}$ і $\sigma_{вим}$. Не дивлячись на загальний характер цієї схеми, обмежимося розглядом випадку, коли всі три закону розподілу нормальні:

$$\begin{aligned} \varphi(x) &= \frac{1}{\sigma_{тех} \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-x_{тех})^2}{2\sigma_{тех}^2}}, \\ \nu(\Delta_{нал}) &= \frac{1}{\sigma_{нал} \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-x_{нал})^2}{2\sigma_{нал}^2}}, \\ \tau(\Delta_{вим}) &= \frac{1}{\sigma_{вим} \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-x_{вим})^2}{2\sigma_{вим}^2}}. \end{aligned} \quad (8)$$

В результаті дії похибки налаштування вимірювального приладу і випадкових похибок вимірювань дійсний розподіл розмірів $\varphi(x)$ перетвориться в функцію $f(x)$.

Це перетворення розподілу можна умовно розділити на два етапи.

При налаштуванні приладу заноситься похибка налаштування $\Delta_{нал}$. Перед налаштуванням вимірювального приладу по еталону очікувана похибка налаштування буде величиною випадковою. Коли прилад налаштований, то закладена в налаштуванні похибка стає систематичною для всіх вимірювань. Це призводить до збільшення або зменшення фактичних розмірів в процесі вимірювання на одну і ту ж величину, яка дорівнює похибці налаштування, тільки зі зворотнім знаком. Отже, ми має закон який має наступний вигляд

$$\varphi_1(x) = \frac{1}{\sigma_{тех} \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{[x-(x_{тех}-\Delta_{нал})]^2}{2\sigma_{тех}^2}}. \quad (9)$$

При виконанні вимірювань виникають випадкові похибки вимірювань дійсних розмірів шестерні, внаслідок чого її розміри будуть відповідати заданим. Отже, якщо сукупність дійсних розмірів утворить деякий розподіл, який описується законом $\varphi(x)$, тоді розподіл розмірів, які ми отримали в результаті вимірювання, будуть іншими. Допустимо, що цей розподіл наближено описується законом $f(x)$.

Для даного випадку значення вимірювального параметру $x_{см}$, яке ми спостерігаємо на приладі являється алгебраїчною сумою дійсного параметру x_∂ і похибки вимірювання $\Delta_{вим}$:

$$x_{см} = x_\partial \pm \Delta_{вим}. \quad (10)$$

Відповідно до теореми про числові характеристики функції $\sigma_{сп}^2$ дисперсія значення, яке ми спостерігаємо дорівнює сумі дисперсій доданків, тобто $\sigma_{тех}^2$ – дисперсія технологічного розсіювання і $\sigma_{вим}^2$ – дисперсія похибок вимірювання:

$$\sigma_{сн}^2 = \sigma_{тех}^2 + \sigma_{вим}^2. \quad (11)$$

Математичне очікування значення, яке ми спостерігаємо $m_{хсп}$ дорівнює сумі математичного очікування доданків $m_{хтех}$ і $m_{хвим}$:

$$m_{хсп} = m_{хтех} + m_{хвим}. \quad (12)$$

Відомо, що якщо закони розподілу доданків нормальні, тоді закон розподілу їх суми буде також нормальним. Таким чином, закон розподілу $f(x)$ також буде нормальним:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_{сн} \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-x_{сн})^2}{2\sigma_{сн}^2}}. \quad (13)$$

Тоді ймовірність помилкового не прийняття приданих шестерень q_1 буде дорівнювати:

$$q_1 = \frac{1}{\sigma_{сн} \sqrt{2\pi}} \int_{x + \frac{\delta_{вир}}{2}}^{x + \Delta_{нал} + \Delta_{сн}} f(x) dx, \quad (14)$$

де $\Delta_{нал}$ – фіксована похибка налаштування;

$\Delta_{сн}$ – похибка виготовлення із врахуванням похибки вимірювання.

Якщо взяти граничний випадок, тоді

$$\Delta_{нал} = 3\sigma_{нал} + \Delta_{нал}, \quad \Delta_{нал} = 3\sigma_{нал}. \quad (15)$$

Для даних випадків

$$q_1 = \frac{1}{\sigma_{сн} \sqrt{2\pi}} \int_{x + \frac{\delta_{вир}}{2}}^{x + \Delta_{нал} + 3\sigma_{нал} + 3\sigma_{сн}} e^{-\frac{(x-x_{сн})^2}{2\sigma_{сн}^2}} dx, \quad (16)$$

Після елементарних перетворень вираз можна записати так:

$$q_1 = \Phi(3) - \Phi\left(\frac{\frac{\delta_{вир}}{2} - 3\sigma_{нал} - \Delta_{нал}}{\sigma_{сн}}\right). \quad (17)$$

Інший критерій - q_2 буде дорівнювати нулю, так як у виробництві немає не придатних шестерень ($\delta_{тех} = \delta_{вир}$).

Висновки

Можна зробити висновок, що до основних метрологічних характеристик методів вимірювання необхідно на рівні з точністю віднести надійність вимірювання. Зниження точності методу вимірювання породжує ризик не приймання якісних деталей або помилкового приймання не якісних виробів. Запропоновані методи і засоби контролю можуть бути використані лише не вище 6-ї ступені точності. А також, похибка налаштування вимірювальних засобів має суттєвий вплив на надійність методу вимірювання.

Список використаної літератури

1. Тайц Б.А. Точность и контроль зубчатых колес. —М.: Машиностроение, 1972. 369 с.
2. Новиков М.Л. Зубчатые передачи с новым зацеплением. — М.: Изд. ВВИА им. Жуковского, 1958. — 186 с.
3. Бабичев Д.Т. О базовых геометрических примитивах теории зубчатых зацеплений //Теория и практика зубчатых передач. Труды межд. конф., Ижевск, 1996. — С. 469-474.
4. Локтев Д. А. Современные методы контроля качества цилиндрических зубчатых колес / Д. А. Локтев // Металлообработка. Оборудование и инструмент для профессионалов. —2009. — №4. — С. 6–11.
5. Калашников С.Н. Производство зубчатых колес : Справочник . — М.: Машиностроения, 1990.- 464с.
6. Фингер М.Л. Цилиндрические зубчатые колеса. Теория и практика изготовления.-М.: Научная книга, 2005.-368с.
7. Калашников А.С. Технология изготовления зубчатых колес.-М.: Машиностроение, 2004.-480с.

УДК 629.3.027.5:629.3.018.2

Д.О. ДМИТРИЄВ, О.А. ВОЙТОВИЧ,
С.А. РУСАНОВ, С.О. ЧУРСОВ
Херсонський національний технічний університет

СТЕНДОВІ МЕТОДИ ВИПРОБУВАННЯ ШИН АВТОТРАНСПОРТУ

У даній роботі представлено розроблену авторами кінематичну схему, конструкцію вузлів та програмно-математичного апарату універсального програмно-керованого стенду для випробування шин автотранспортних засобів в умовах, найбільш наближених до експлуатаційних. Проведено вимірювання і дослідження вібраційних характеристик коліс і шин, удосконалено методи випробування і надано пропозиції щодо вимог експлуатації автомобілів. В даній роботі пропонується використання механізму з паралельною структурою із чотирма штангами постійної довжини, які приводяться до руху каретками на напрямних, що утворюють пірамідальну каркасну компоновку. Запропонований стенд, який призначений для динамічних випробувань пневматичних шин і забезпечує визначення в лабораторних умовах терміну служби шини, залежність його від швидкості руху динамічного радіуса шини та шляху пройденого шиною до руйнування. Випробувальний стенд дозволяє відтворювати умови експлуатації шини, в тому числі найбільш екстремальні з точки зору вертикального навантаження, кута заносу і швидкості. Для побудови динамічних моделей механічних систем і тіл використовувався метод рівнянь Лагранжа, а для комп'ютерного моделювання процесу гальмування – середовище SIMULINK. Вказано, що кутові коливання корпусу автомобіля з незалежною підвіскою надають помітний вплив на стійкість руху керованих коліс, так як при цьому встановлюється двосторонній гіроскопічний зв'язок між колесами коліс у горизонтальній (навколо шкворней) і вертикальній площині. Описано проведені тестові випробування (силові і вібраційні) на багатокоординатному стенді з просторовим розташуванням приводів для відтворення орієнтації колеса в найбільш наближених до дорожніх умовах. Визначено радіальну жорсткість та коефіцієнт похибки шин при радіальних коливаннях для колеса, що обертається, залежно від швидкості прокачування, тиску повітря в шині, радіального навантаження та частот вібрацій, коефіцієнти демпфування шин легкових автомобілів від тиску повітря і зміни жорсткості.

Ключові слова: автомобіль, шина, жорсткість, демпфування, деформація, багатокоординатний стенд.

Д.А. ДМИТРИЕВ, О.А. ВОЙТОВИЧ,
С.А. РУСАНОВ, С.А. ЧУРСОВ
Херсонский национальный технический университет

СТЕНДОВЫЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ ШИН АВТОТРАНСПОРТА

В данной работе представлена разработанная авторами кинематическая схема, конструкцию узлов и программно-математический аппарат универсального программно-управляемого стенда для испытания шин автотранспортных средств в условиях, наиболее приближенных к эксплуатационным. Проведены измерения и исследования вибрационных характеристик колес и шин, усовершенствованы методы испытания и даны предложения по требованиям эксплуатации автомобилей. В данной работе предлагается использование механизма с параллельной структурой с четырьмя штангами постоянной длины, которые приводятся в движение каретками на направляющих, образующих пирамидальную каркасную компоновку. Предложенный стенд, который предназначен для динамических испытаний пневматических шин и обеспечивает определение в лабораторных условиях срока службы шины, зависимость его от скорости движения динамического радиуса шины и пути пройденного шиной до разрушения. Испытательный стенд позволяет воспроизводить условия эксплуатации шины, в том числе наиболее экстремальные с точки зрения вертикальной нагрузки, угла заноса и скорости. Для построения динамических моделей механических систем и тел использовался метод уравнений Лагранжа, а для компьютерного моделирования процесса торможения - среда SIMULINK. Указано, что угловые колебания корпуса автомобиля с независимой подвеской оказывают заметное влияние на устойчивость движения управляемых колес, так как при этом устанавливается двусторонняя гироскопическая связь между колесами колес в горизонтальной (вокруг шкворней) и вертикальной плоскости. Описаны проведенные тестовые испытания (силовые и вибрационные) на многокоординатном стенде с пространственным расположением поводков для воспроизведения ориентации колеса в наиболее приближенных к дорожных условиях. Определены радиальная жесткость и коэффициент погрешности шин при радиальных колебаниях для вращающегося колеса в зависимости от скорости прокачки, давления воздуха в шине, радиальной нагрузки и частот вибраций,

коэффициенты демпфирования шин легковых автомобилей от давления воздуха и изменения жесткости.

Ключевые слова: автомобиль, шина, жесткость, демпфирование, деформация, многокоординатный стенд.

D. DMITRIEV, O. VOYTOVICH,
S. RUSANOV, S. CHURSOV
Kherson National Technical University

STAND TEST METHODS FOR TIRE MOTOR TRANSPORT

This paper presents the kinematic scheme developed by the authors, the design of the nodes and the software-mathematical apparatus of a universal software-controlled test bench for tires of motor vehicles in conditions that are closest to operational. Measurements and studies of the vibration characteristics of wheels and tires were carried out, test methods were improved, and suggestions were given on the requirements for car operation. This paper proposes the use of a mechanism with a parallel structure with four rods of constant length, which are driven by carriages on guides that form a pyramidal frame layout. The proposed stand, which is designed for dynamic testing of pneumatic tires and provides for determining in laboratory conditions the life of the tire, its dependence on the speed of movement of the dynamic radius of the tire and the path traveled by the tire to failure. The test bench allows you to reproduce the operating conditions of the tire, including the most extreme in terms of vertical load, skid angle and speed. To build dynamic models of mechanical systems and bodies, the Lagrange equations method was used, and the SIMULINK environment was used for computer modeling of the braking process. It is indicated that the angular oscillations of the car body with independent suspension have a noticeable effect on the stability of the movement of the steered wheels, since it establishes a two-way gyroscopic connection between the wheels of the wheels in the horizontal (around pins) and vertical plane. The tests carried out (force and vibration) on a multi-axis bench with a spatial arrangement of leads for reproducing the orientation of the wheel in the closest to the road conditions are described. The radial stiffness and tire error ratio for radial vibrations for a rotating wheel are determined depending on the speed of pumping, air pressure in the tire, radial load and vibration frequencies, damping coefficients of passenger car tires from air pressure and changes in stiffness.

Keywords: car, tire, stiffness, damping, deformation, multi-axis stand.

Постановка проблеми

Автомобільна шина - дуже складна, багатофункціональна конструкція. Основним призначенням шини є пом'якшення поштовхів і ударів, переданих на підвіску машини, забезпечення надійного зчеплення колеса з дорожнім покриттям, керуваність, передача на дорогу тягових і гальмівних сил. Від шини в значній мірі залежить прохідність в різних дорожніх умовах, коефіцієнт зчеплення, шум і витрата палива у автомобіля під час руху [1, 2]. Крім цього, шина повинна забезпечувати довговічність, надійність і задану вантажопідйомність [3]. Це один з найбільш важливих елементів колеса, що представляє собою пружну резино-метало-тканинну оболонку, встановлену на обід диска. Шина забезпечує контакт транспортного засобу з дорожнім полотном, призначена для поглинання незначних коливань, викликаних недосконалістю дорожнього покриття, компенсації похибки траєкторій коліс, реалізації та сприйняття сил. Результати незалежних випробувань дозволяють зрозуміти, яких саме показників слід очікувати від шин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В даний час значна увага приділяється розробці емпіричних методів визначення чинників, які впливають на знос покриття автомобільних шин (рис. 1) [4].



Рис. 1. Випробування на треку властивостей шин бренду Michelin

Стендові випробування забезпечують якість виробів і їх технічну надійність відповідно до стандартів, а саме: ISO 10191:2010 визначає методи випробувань для перевірки можливостей шин для легкових автомобілів.

В Україні діють наступні основні нормативні документи щодо технічних умов:

1. ДСТУ 4406:2005 Шини пневматичні Загальні технічні вимоги безпеки.
2. ДСТУ 2219–93 Шини пневматичні. Конструкція. Терміни та визначення.
3. ГОСТ 22374–77 (ISO 3877-1–78, ISO 3877-3–78, ISO 4223-1–78 Шини пневматичні.

Конструкція. Терміни та визначення.

4. ДСТУ 3780–98/ ГОСТ 30761–2002 Шини пневматичні великогабаритні та надвеликогабаритні.

5. ГОСТ 4754–97 Шини пневматичні для легкових автомобілів, причепів до них, легких вантажних автомобілів особливо малої місткості. Технічні умови.

6. ГОСТ 5513–97 Шини пневматичні для вантажних автомобілів, причепів до них, автобусів і тролейбусів. Технічні умови.

В даних документах визначені методи випробування шин, що описані в стандартах:

1. ГОСТ 26000–83 Шини пневматичні. Метод визначення основних розмірів.

2. ДСТУ UN/ECE R 30-02:2005 Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження пневматичних шин для дорожніх транспортних засобів і їхніх причепів (UN/ECE R 30-02:1999, IDT).

3. ДСТУ UN/ECE R 54-00:2004 Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження пневматичних шин для дорожніх транспортних засобів неіндивідуального користування та їхніх причепів (UN/ECE R 54-00:2004, IDT).

Формулювання мети дослідження

Метою роботи є розробка кінематичної схеми, конструкції вузлів та програмно-математичного апарату універсального програмно-керованого стенду для випробування шин АТЗ в умовах, що найбільш наближені до експлуатаційних. Провести вимірювання і дослідження вібраційних характеристик коліс і шин в найбільш поширених комбінаціях навантажень при русі АТЗ, порівняти їх та визначити вплив на безпеку руху автомобіля.

Викладення основного матеріалу дослідження

Стендові випробування - один з невід'ємних етапів вивчення шини та її властивостей. Тільки тут можна отримати точні дані, наприклад, про температуру окремо взятої ділянки шини конкретного типорозміру при певній швидкості, навантаженні і тиску. Традиційні стенди призначені для динамічних випробувань пневматичних шин (рис.2) і забезпечує визначення в лабораторних умовах терміну служби шини, залежність його від швидкості руху динамічного радіуса шини та шляхи пройденого шиною до руйнування.

Дорожні випробування цих даних не дають. Це тривалий, виснажливий і монотонний, але дуже важливий процес.

Стенд для випробування шин на знос відноситься до засобів випробувань пневматичних шин різної вантажопідйомності на зносостійкість протектора (рис. 2 а, б) і може бути використано на підприємствах автомобільної та шинної промисловості. Призначення стенду - скорочення термінів випробувань за рахунок форсування втомного зносу протектора шин (рис. 2 в, г). На стенді досліджують зносостійкість протектора, напругу і деформацію шини в зоні контакту її з дорогою, сили, що діють на шину в процесі кочення, тому що зовнішня поверхня стрічкового конвеєра імітує дорогу.

Авторами [2] для дослідження характеристик шин легкових автомобілів з обертаючим колесом був розроблений і виготовлений спеціальний стенд, схема якого показана на рис. 3. На цьому стенді, для визначення характеристик шин, застосований метод вільних коливань системи, пружним елементом якої є пневматик. Основні вузли стенда такі: стрічково-пластичний транспортер, призначений для імітації опорної площини; пневматична навантажувальний пристрій для створення необхідного радіального навантаження на колесо; маятник зі стрижнем для установки вантажів; привід; пристрій, за допомогою якого коливальна система виводиться з рівноваги.

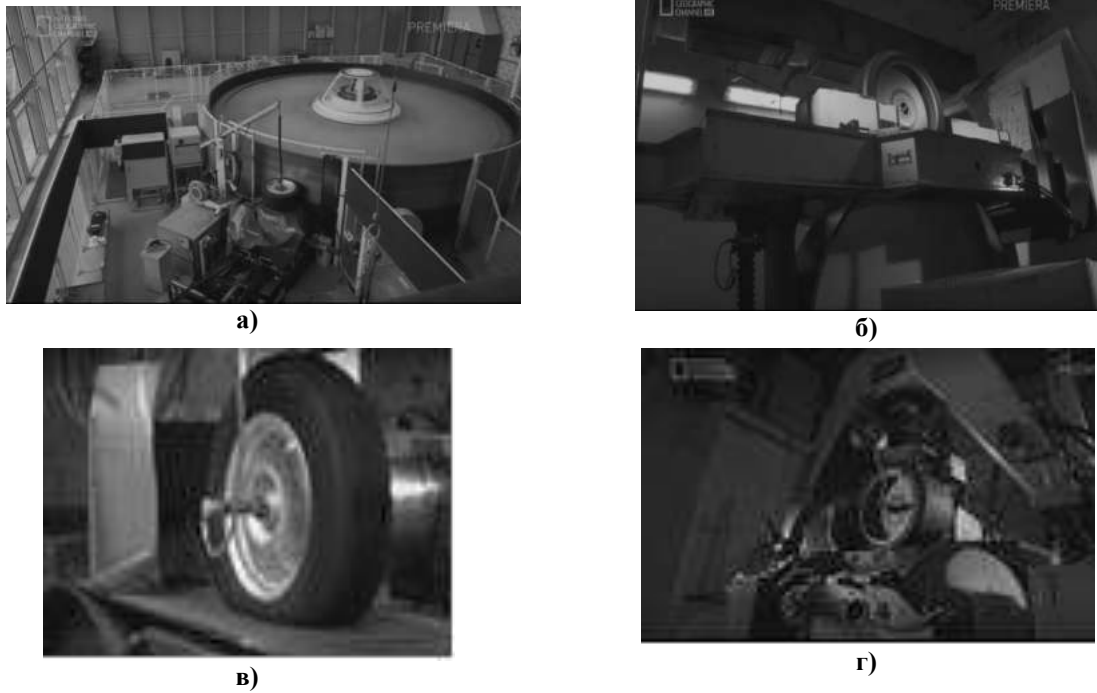


Рис. 2. Традиційні стени випробування шин (компанія Michelin):
 а), б) – стени для випробування на зношування протектора з одним ступенем вільності;
 в) – стенд випробування жорсткості (плями контакту);
 г) - трикоординатний стенд для комплексного випробування параметрів шини

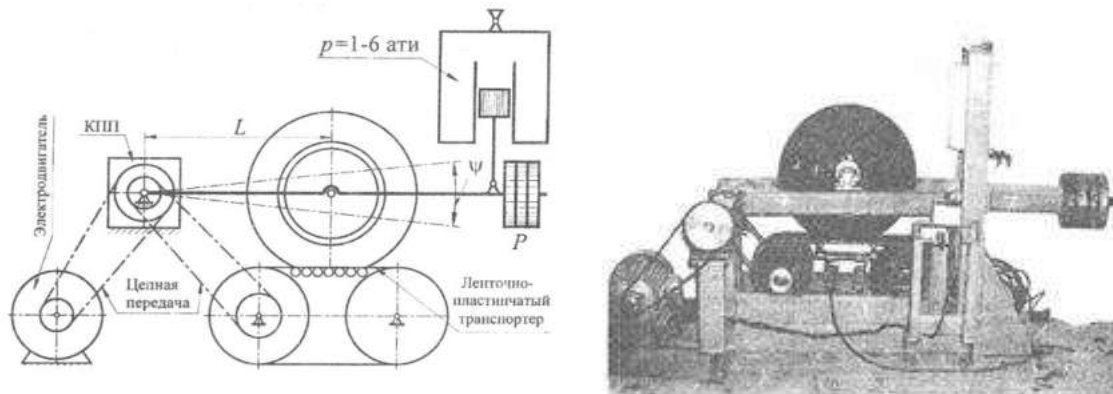


Рис. 3. Схема і конструкція стенду для визначення вібраційних характеристик шин [2]

Основною частиною коливальної системи стенду є маятник з колесом в зборі. Зміна моменту інерції маятника для отримання різних частот коливань здійснюється зміною кількості вантажів, що встановлюються на стрижень маятника. На описаному стенді (рис. 3) були визначені радіальна жорсткість та коефіцієнт похибки шин при радіальних коливаннях для колеса, що обертається, залежно від швидкості прокачування, тиску повітря в шині, радіального навантаження та частот вібрацій.

Пропонуються різні математичні моделі, які досліджують вертикальні коливання автомобіля. Так, у роботі [5] досліджується вплив коефіцієнта опору амортизаторів на рівень прискорення та швидкості підресореної маси, а у роботі [6] побудована математична модель коливань, яка враховує електромеханічне демпфірування в підвісці автомобіля. У статті [7] розглянуто моделі коливань кузова автомобіля під дією моментів, що виникають під час гальмування. Описано запропоновану модель коливань у двох площинах та спрощену модель коливань в одній площині.

Найбільш наближену до фізичних явищ для автомобільних шин в науковій літературі наводять як кільце на пружній основі (рис. 4).

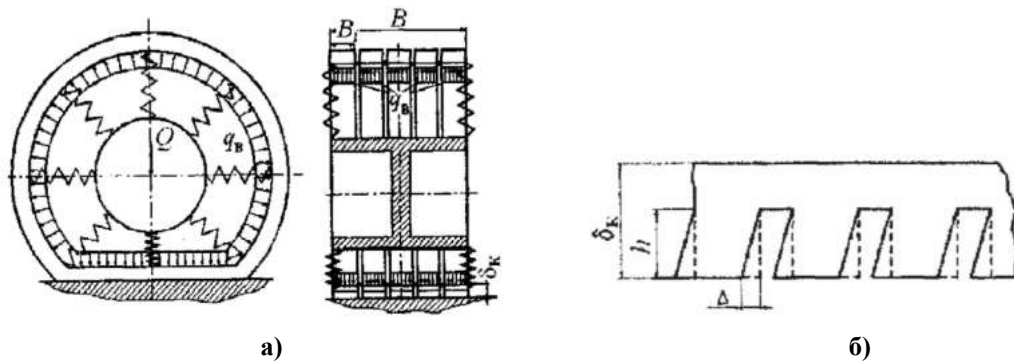


Рис. 4. Статична модель шини (а) і спрощена розрахункова схема деформації елементів рисунку протектора (б)

Авторами [8] отримані аналітичні вирази дозволяють оцінювати вплив амплітудно-частотних характеристик крутильного моменту на колеса і пружних характеристик шин на стійкість поступального руху автомобіля. У міру наближення окружної частоти коливань крутильного моменту на колеса до окружної частоти власних коливань шини відбувається різке збільшення відносного буксування й величини поздовжнього коефіцієнта зчеплення, який використовується, що може призвести до втрати стійкості поступального руху.

В даній роботі пропонується використання механізму з паралельною структурою із чотирма штангами постійної довжини, які приводяться до руху каретками на напрямних, що утворюють пірамідальну каркасну компоновку (рис. 5) [9]. Запропонований стенд призначений для динамічних випробувань пневматичних шин і забезпечує визначення в лабораторних умовах терміну служби шини, залежність його від швидкості руху динамічного радіуса шини та шляху пройденого шиною до руйнування. Випробувальний стенд дозволяє відтворювати умови експлуатації шини, в тому числі найбільш екстремальні з точки зору вертикального навантаження, кута заносу і швидкості.

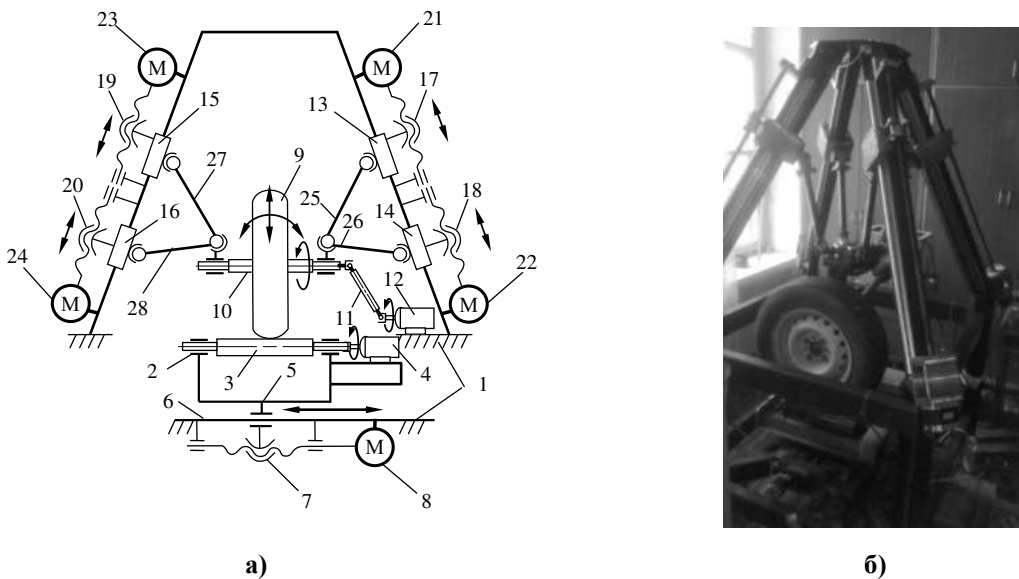


Рис. 5. Схема чотирикоординатний стенд для випробування шин:
а) - кінематична схема; б) - виготовлений дослідний зразок

На станині 1 встановлено в опорах 2 біговий барабан 3 з приводом обертання 4, який кріпиться на двокоординатному приводі 5 з напрямною 6 і рухомою передачею гвинт-гайка 7 до електродвигуна 8. Колесо із шиною 9 встановлено на обертальну вісь вузла кріплення 10 шини 9 і з'єднано з приводом обертання колеса, який складається з обох кінців шарнірно-з'єднаного валу 11 і електродвигуна 12. На станині 1 змонтовано у вигляді ребер піраміди чотири незалежні приводи лінійного руху з каретками 13, 14, 15, 16 з передачею гвинт-гайка 17, 18, 19, 20 від окремих електродвигунів 21, 22, 23, 24, які шарнірно-зв'язані за допомогою штанг постійної довжини 25, 26, 27, 28 з вузлом кріплення 10 шини 9 і утворюють єдиний виконавчий орган механізму радіального навантаження на шину і кутів орієнтації колеса, що випробується.

На станині 1 встановлено в опорах 2 біговий барабан 3 з приводом обертання 4, який кріпиться на двокоординатному приводі 5 з напрямною 6 і рухомою передачею гвинт-гайка 7 до електродвигуна 8. Колесо із шиною 9 встановлено на обертальну вісь вузла кріплення 10 шини 9 і з'єднано з приводом обертання колеса, який складається з обох кінців шарнірно-з'єданого валу 11 і електродвигуна 12. На станині 1 змонтовано у вигляді ребер піраміди чотири незалежні приводи лінійного руху з каретками 13, 14, 15, 16 з передачею гвинт-гайка 17, 18, 19, 20 від окремих електродвигунів 21, 22, 23, 24, які шарнірно-зв'язані за допомогою штанг постійної довжини 25, 26, 27, 28 з вузлом кріплення 10 шини 9 і утворюють єдиний виконавчий орган механізму радіального навантаження на шину і кутів орієнтації колеса, що випробовується.

В процесі випробувань шин можуть бути реалізовані такі комбінації навантажень на матеріал шин:

- окреме циклічне радіальне навантаження на шину;
- окрема зміна кута орієнтації шини 9 без зміни радіального навантаження;
- окреме циклічне зворотно-поступальне зміщення бігового барабану 3 в горизонтальній площині, без змін радіального навантаження і кута орієнтації шини 9;
- спільна зміна в різних діапазонах радіального навантаження і кута орієнтації шини 9;
- спільна зміна радіального навантаження і циклічне зміщення бігового барабану 3 в горизонтальній площині;
- спільна зміна кута орієнтації шини 9 і зміщення бігового барабану 3 у горизонтальній площині;
- забезпечення різних швидкостей обертання бігового барабану 3 і шини 9 для імітації гальмування;
- усі варіанти разом.

Для побудови динамічних моделей механічних систем і тіл використовується метод рівнянь Лагранжа [5], а для комп'ютерного моделювання процесу гальмування – середовище SIMULINK. Кутів коливання корпусу автомобіля з незалежною підвіскою надають помітний вплив на стійкість руху керованих коліс, так як при цьому встановлюється двосторонній гіроскопічний зв'язок між колесами коліс у горизонтальній (навколо шкворней) і вертикальній площині. В зв'язку з цим розглядається вплив на стійкість систем основних параметрів незалежної підвіски.

Виникнення коливань є одночасно наслідком та причиною перехідних процесів у підвісці та гальмовому керуванні автомобіля; при цьому властивість гасити такі перехідні процеси є одним із проявів стабільності гальмового керування.

Для опису вищезазначених процесів побудовано розрахункову схему (рис. 6).

Математична модель враховує рівновагу як суму моментів відносно лівої опори (1) для даної розрахункової схеми:

$$R_{\kappa}a - F_0(a + b) - mgL \pm F_{in}L = 0, \quad (1)$$

звідки, враховуючи, що $R_{\kappa} = -(c_{\kappa}U_{\kappa} + \mu_{\kappa}\dot{U}_{\kappa})$, $F_0 = c_0U_0 + F_{00}$, $F_{in} = \pm m\ddot{U}_m$, отримуємо

$$-(c_{\kappa}U_{\kappa} + \mu_{\kappa}\dot{U}_{\kappa})a - (c_0U_0 + F_{00})(a + b) - mgL = \pm m\ddot{U}_mL,$$

Також враховуємо геометричні зв'язки:

$$U_0 = U_{\kappa} \frac{a + b}{a},$$

$$U_m = U_{\kappa} \frac{L}{a + b}.$$

Остаточно маємо:

$$-(c_{\kappa}U_{\kappa} + \mu_{\kappa}\dot{U}_{\kappa})a - c_0U_{\kappa} \frac{(a + b)^2}{a} - F_{00}(a + b) - mgL = \pm m\ddot{U}_{\kappa} \frac{L^2}{a + b}.$$

У наведених рівняннях позначено: U_{κ} , U_0 , \ddot{U}_m – зміщення колеса (по осі), пружини та вантажу відповідно, m – маса вантажу, c_{κ} , c_0 – жорсткість шини та пружини відповідно, F_{00} – попередній натяг пружини, μ_{κ} – демпфування шини.

Розрахунок і розв'язання рівняння (1) руху колеса на стенді проводився в середовищі Maple. При попередньому завданні жорсткості (за результатами стаціонарних досліджень) та демпфування (наприклад, за довідковими даними), отримуємо класичне рішення затухаючих коливань (рис. 7)

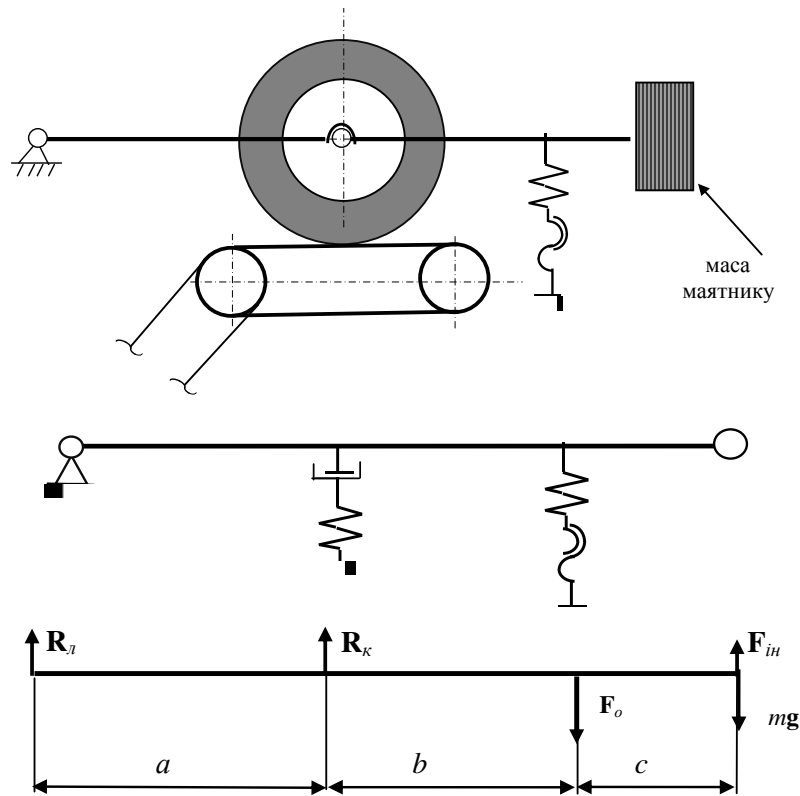


Рис. 6. Силова схема конструкції стенду по рис. 3 (R_L – реакція лівої опори, R_K – реакція колеса, F_o – сила натягу пружин, F_{in} – сила інерції вантажу)

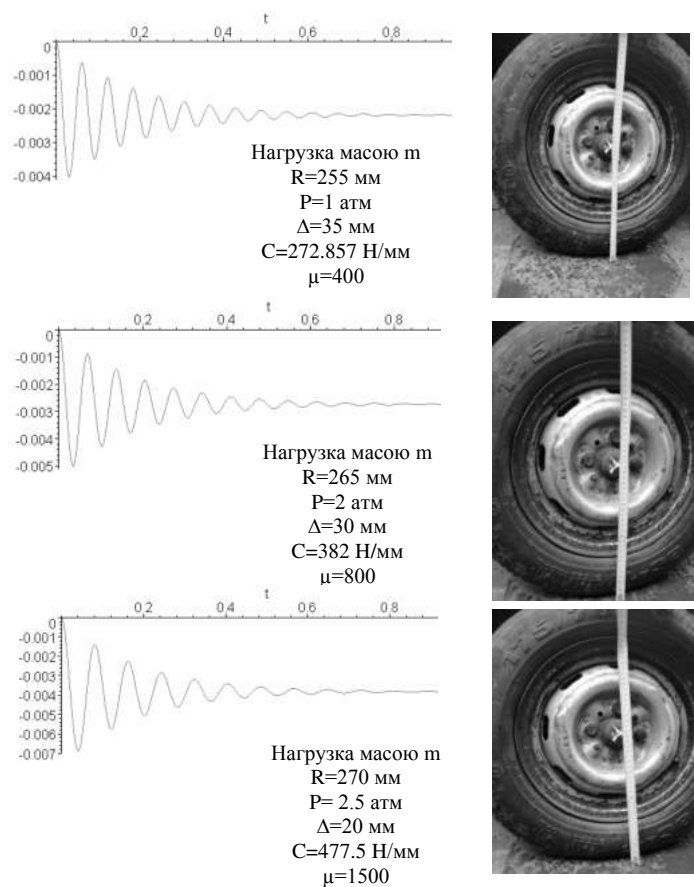


Рис. 7. Теоретичні віброграми за заданим коефіцієнтом демпфування μ

Отримана залежність дозволяє прогнозувати (вираховувати) частоту власних коливань, колеса при зміні навантаження на шину, її жорсткість і коефіцієнти демпфування. Розрахунковий експеримент для деяких значень наведено на рис. 9.

В вібраційних дослідженнях важливо виявити значення коефіцієнтів демпфування [5] конкретної конструкції шини і нормативних значеннях її параметрів для підстановки в рівняння (1). Виконується це тільки експериментально (рис. 8) за формулою (2).

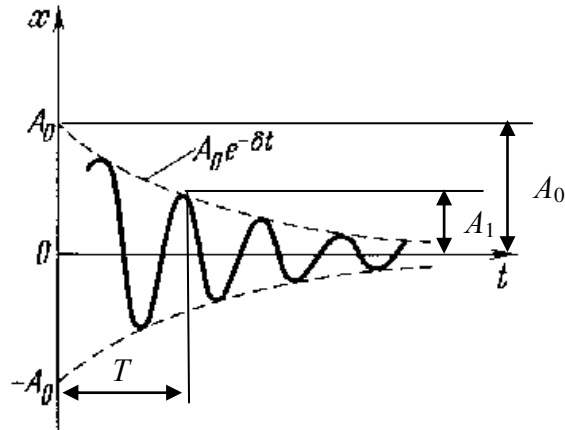


Рис. 8. Рівняння згинаючої вільних коливань і розрахунок коефіцієнту демпфування [5]

$$\mu = -\frac{\ln\left(\frac{A_0 - A_1}{A_0}\right)}{T}. \tag{2}$$

Виконано експериментальне випробування коливань при ударних навантаженнях для стенду наведеному на рис. 5, б і визначено коефіцієнт демпфування (вимірювальна плата – двохосьовий акселерометр MPU6050).

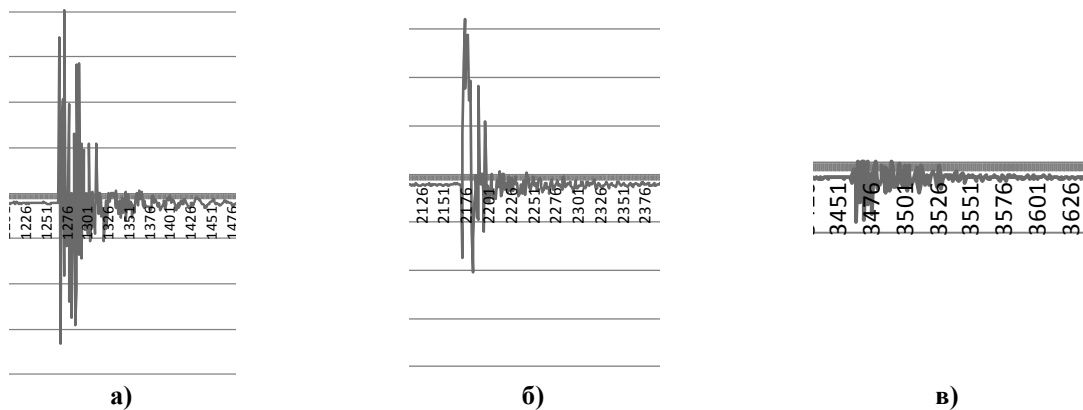


Рис. 9. Віброграми зняті при одиничному ударі в різних місцях стенду з навантаженою шиною до бігового барабану: а) - удар по цапфі приводного валу колеса; б) - удар по поверхні шини; в) - удар по поверхні бігового барабану

В експерименті (для стенду на рис. 5) коефіцієнт демпфування буде розраховуватись з більш складних співвідношень (у зв'язку з можливістю попереднього натягу пружини F_{00}):

$$\frac{A_0}{A_1} = \frac{e^{-\frac{a^3\mu+a^2\mu b}{2mL^2a}t} - \frac{a(F_{00}(a+b) + mgL)}{c_\kappa a^2 + c_0(a+b)^2}}{e^{-\frac{a^3\mu+a^2\mu b}{2mL^2a}(t+T)} - \frac{a(F_{00}(a+b) + mgL)}{c_\kappa a^2 + c_0(a+b)^2}},$$

звідки

$$\mu = \frac{2 \ln \left(\frac{A_1 a^2 (c_\kappa + c_0) + 2 A_1 c_0 a b + A_1 c_0 b^2 + a(a+b) F_{00} + a L m g}{A_0 a^2 (c_\kappa + c_0) + 2 A_0 c_0 a b + A_0 c_0 b^2 + a(a+b) F_{00} + a L m g} \right) m L^2}{T a (a+b)}, \quad (3)$$

де T – період коливань, A_0 і A_1 – амплітуди в позиції t і $t+T$ відповідно.

Висновки

1. На основі аналізу проблеми визначення і забезпечення механічних властивостей автомобільних шин в сучасних умовах їх виготовлення, випробування і експлуатації запропоновано удосконалені методи випробування і надано пропозиції щодо вимог експлуатації автомобілів.

2. Розроблено математичну модель для опису затухаючих коливань і визначення частот шин як пружного тіла з різними нормативними значеннями, що регламентуються стандартами.

3. Запропоновано, змонтовано і проведено тестові випробування (силові і вібраційні) на багатокоординатному стенді з просторовим розташуванням приводів для відтворення орієнтації колеса в найбільш наближених до дорожніх умовах.

4. Визначено коефіцієнти демпфування шин легкових автомобілів від тиску повітря і зміни жорсткості, що можуть бути використані в подальшому моделюванні руху автомобіля.

Список використаної літератури

1. Автомобильный транспорт: респ. межвед. науч.-техн. сб. Вып. 26 / Харьковский гос. автомобильно-дорожный техн. ун-т ; отв. ред. Н. Я. Говорущенко. - Киев : Техніка, 1989. - 103 с.
2. Механика шини: монографія / В.А. Перегон, В.А.Карпенко, Л.П. Гречко и др. – Харьков: ХНАДУ, 2011. – 404 с.
3. Колесные и гусеничные транспортные средства. Обеспечение эффективности: учеб. пособие. Ч.2 / В. С. Блохин, Н. Г. Малич, К. М. Басс. - Дн-ск : ИМА-пресс, 2008. - 424 с.
4. Производство шин Мишлен - Мегазавод (national geographic) [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.youtube.com/watch?v=F1hFCagRweo&feature=youtu.be&t=13m45s>.
5. Ларин А.Н., Черток Е.Е., Юрченко А.Н. Колесные узлы современных автомобилей (шины, камеры, диски) / А. Н. Ларин [и др.] ; общ. ред. А. Н. Юрченко. - Х. : С.А.М., 2004. - 260 с.: ил. - Библиогр.: с. 258-260. - ISBN 966-8591-04-6
6. Диментберг Ф.М., Шаталов К.Т., Гусаров А.А. Колебания машин. Тираж 5200 экз. М. Машиностроение 1964г. 308 с
7. Система контроля давления в шинах: как обеспечивается безопасность на дороге? [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа до ресурсу: <https://auto.today/bok/1956-sistema-kontrolya-davleniya-v-shinah-ili-kak-obespechivaetsya-bezopasnost-na-doroge.html>.
8. J.-P. MERLET Parallel Robots //SOLID MECHANICS AND ITS APPLICATIONS. Volume 128. 2006 Springer
9. Дмитрієв Д.О., Войтович О.А., Чурсов С.О., Баль О.Д. Застосування багатокоординатних механізмів в якості випробувальних стендів шин автотранспорту // Матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції "Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем". ЧНТУ:10-12 травня 2018р., м. Чернігів. - С.147-148
10. Gough V.E. Contribution to discussion of papers on research in automobile stability, control and tyre performance, 1956-1957. Proc.Auto Div. Inst. Mech. Eng.
11. Войтович О. А. , Ткач В. О. Вплив тиску в шинах на безпеку руху автотранспорту // Вісник ХНТУ.-2017. - №4(63)., - С.33-38
12. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобіля // Роберт Ротенберг. – М.: Машиностроение, 1972. – 316 с.
13. Абрамов Д.В Концепція покращення функціональної стабільності динамічних та енергоперетворюючих властивостей автомобілів Автореферат ганд. техн .наук Спеціальність 05.22.02-автомобілі та трактори Харків 2018 40 с.

УДК 621.9

Д.О. ДМИТРИЄВ, С.А. РУСАНОВ, Д.Д. ФЕДОРЧУК
Херсонський національний технічний університет**ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ КЕРУВАННЯ ПРОСТОРОВИМИ СИСТЕМАМИ ПРИВОДІВ ДЛЯ РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ**

У даній роботі наведено алгоритми і моделі, які в поєднанні з апаратно-технічним забезпеченням керування просторовою шарнірно-стрижневою механічною системою, наприкладі, автоматизованого пристрою технологічного призначення, дозволяють виконувати наскрізне проектування, виготовлення і оцінки працездатності будь-якої компоновки просторової системи приводів для відповідних задач об'єктами у просторі та швидко перебудувати або переналадити елементи системи. При розробці каркасного обладнання з механізмами паралельної структури (МПС) на початковому етапі після вибору структури компоновки потрібно виконати аналіз кінематичних закономірностей для обраної компоновки, а саме: можливі діапазони переміщення робочих органів та плани швидкостей рухомих елементів обладнання. На основі отриманих виразів та залежностей було розроблено спеціалізоване програмне забезпечення Tangle, в якому реалізовані необхідні алгоритми, програмне забезпечення зменшує витрати часу, при визначенні кінематичних характеристик окремого варіанту компоновки, дозволяє здійснювати аналіз кінематичних параметрів каркасної установки з МПС, що проектується. Удосконалено математичне ядро для зв'язку зворотної і прямої задач кінематики та управління складним рухом шарнірно-стрижневих механізмів. Визначено процедури проектування і засобів забезпечення працездатності та керування мехатронними системами відтворення складних рухів для тренажерної техніки з приводами просторової конструкції.

Результати кінематичного розрахунку використані для розрахунку напружено-деформованого стану системи.

Ключові слова: обладнання з МПС, математичне ядро, програмне забезпечення Tangle, оцінка працездатності компоновки, моделювання.

Д.А. ДМИТРИЕВ, С.А. РУСАНОВ, Д.Д. ФЕДОРЧУК
Херсонский национальный технический университет**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫМИ СИСТЕМАМИ ПРИВОДОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**

В данной работе приведены алгоритмы и модели, которые в сочетании с аппаратно-техническим обеспечением управления пространственной шарнирно-стержневой механической системой, на примере, автоматизированного устройства технологического назначения, позволяют выполнять сквозное проектирование, изготовление и оценки работоспособности любой компоновки пространственной системы приводов для соответствующих задач объектами в пространстве и быстро перестроить или перенастроить элементы системы. При разработке каркасного оборудования с механизмами параллельной структуры (МПС) на начальном этапе после выбора структуры компоновки нужно выполнить анализ кинематических закономерностей для выбранной компоновки, а именно: возможные диапазоны перемещения рабочих органов и планы скоростей движущихся элементов оборудования. На основе полученных выражений и зависимостей было разработано специализированное программное обеспечение Tangle, в котором реализованы необходимые алгоритмы, программное обеспечение уменьшает затраты времени, при определении кинематических характеристик отдельного варианта компоновки, позволяет осуществлять анализ кинематических параметров каркасной установки с МПС проектируемого. Усовершенствована математическое ядро для связи обратной и прямой задач кинематики и управления сложным движением шарнирно-стержневых механизмов. Определены процедуры проектирования и средств обеспечения работоспособности и управления мехатронных систем воспроизведения сложных движений для тренажерной техники с приводами пространственной конструкции.

Результаты кинематического расчета использованы для расчета напряженно-деформированного состояния системы.

Ключевые слова: оборудование с МПС, математическое ядро, программное обеспечение Tangle, оценка работоспособности компоновки, моделирование.

D.A. DMITRIEV, S.A. RUSANOV, D.D. FEDORCHUK
Kherson National Technical University

FUNCTIONAL CAPABILITIES OF SPATIAL DRIVE SYSTEM MANAGEMENT FOR VARIOUS TECHNOLOGICAL PROBLEMS

In this paper, algorithms and models are presented, which, in combination with the hardware-technical management of the spatial-pivot mechanical system, for example, an automated device of technological design, allow to carry out through-design, manufacturing and evaluation of the efficiency of any layout of the spatial system of drives for the corresponding task objects in space and quickly rebuild or reconfigure system elements. When designing frame equipment with parallel structure mechanisms (MPS) at an initial stage, after choosing the layout structure, an analysis of the kinematic patterns for the selected layout is required, namely: the possible ranges of movement of the working bodies and the speed plans of the moving elements of the equipment. On the basis of the obtained expressions and dependencies, specialized software Tangle was developed, in which the necessary algorithms are implemented, the software reduces the time expenditures, when determining the kinematic characteristics of a separate variant of the layout, it allows to analyze the kinematic parameters of the projected frame plant from the project. The mathematical kernel is improved for the connection of the inverse and direct problems of kinematics and the control of the complex movement of hinge-rod mechanisms. Design procedures and means of ensuring efficiency and control of mechatronic systems for reproduction of complex movements for simulation equipment with spatial structure drives are determined.

The results of the kinematic calculation are used to calculate the stress-strain state of the system.

Keywords: equipment with IPC, mathematical core, Tangle software, evaluation of the performance of the layout, modelin.

Постановка проблеми

В даний час в машинобудівному виробництві набуває широкого розповсюдження застосування високопродуктивного технологічного обладнання з механізмами паралельної структури, це супроводжується підвищенням складності геометричної форми деталей і вимог до точності оброблюваних поверхонь, а також застосуванням нових матеріалів з підвищеними технологічними характеристиками.

Механізми паралельної структури (МПС) мають високі функціональні властивості і можуть бути застосовані в різних технологічних операціях майже усіх галузей промисловості [1]. На даний час основна увага приділяється багатокординатним просторовим системам приводів структури "гексапод". Однак залишаються практично не використаними властивості плоских механізмів з МПС, які можуть бути використані в операціях, зварювання, оздоблювання, будівництві та інших видів обробки як мобільні малометалоємні конструкції у важкодоступних та в умовах які створюють небезпеку для здоров'я людини[5].

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Основою є розв'язання прямої задачі кінематики, можна дати оцінку граничним можливостям переміщення платформи з робочим органом [1-2].

У зв'язку з цим, був запропонований перспективний алгоритм який дозволяє виконувати наскрізне проектування, виготовлення і оцінку працездатності будь-якої компоновки просторової системи приводів для відповідних задач та швидко перебудувати або переналадити елементи системи[3], за результатами оцінки компоновок можливо здійснювати аналіз кінематичних параметрів каркасної установки з МПС, що проектується, а результати кінематичного розрахунку можливо використовувати для розрахунку напружено-деформованого стану системи.

Формулювання мети дослідження

Удосконалення математичного ядра для зв'язку зворотної і прямої задач кінематики та управління складним рухом шарнірно-стрижневих механізмів. Визначення процедур проектування і засобів забезпечення працездатності та керування мехатронними системами відтворення складних рухів для тренажерної техніки з приводами просторової конструкції.

Викладення основного матеріалу дослідження

Для аналізу динаміки (можливих швидкостей переміщення елементів каркасної установки), доцільно застосовувати графоаналітичний метод.

Розглянемо спрощену схему каркасної установки зображеної на рис.1. для випадку $l_p = 0$, $\alpha = 90^\circ$. Приклади побудови планів швидкостей ланок МПС і визначення вектору швидкості вихідної ланки \vec{V}_k для різних випадків співвідношення та напрямку \vec{V}_A і \vec{V}_B наведено на рис. 1.

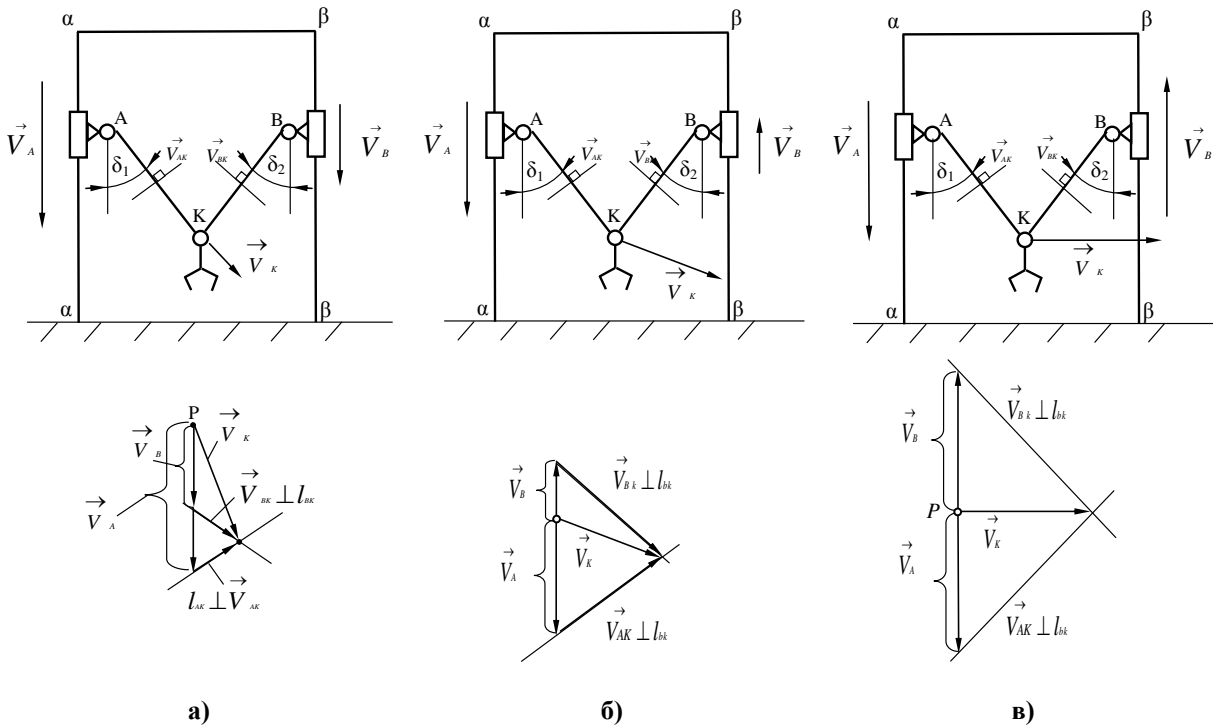


Рис. 1. Плани швидкостей ланок МПС і вектору швидкості вихідної ланки \vec{V}_K для різних випадків:

а) $\vec{V}_A \downarrow \downarrow \vec{V}_B, \vec{V}_A > \vec{V}_B$; **б)** $\vec{V}_A \downarrow \uparrow \vec{V}_B, \vec{V}_A > \vec{V}_B$; **в)** $\vec{V}_A \downarrow \uparrow \vec{V}_B, \vec{V}_A = \vec{V}_B$

Такі МПС з двома координатами стали традиційними у виробництві маніпуляторів та 3d-принтерів з паралельними напрямними α - α , β - β , замкненим кінематичним ланцюгом і приводними каретками А і В.

Побудова планів імовірних швидкостей має відповідати векторним рівнянням:

$$\vec{V}_K = \vec{V}_B + \vec{V}_{BK}; \vec{V}_K = \vec{V}_A + \vec{V}_{AK}; \vec{V}_A + \vec{V}_{AK} = \vec{V}_B + \vec{V}_{BK};$$

$$\vec{V}_A \parallel \alpha - \alpha; \vec{V}_{AK} \perp l_{AK}; \vec{V}_B \parallel \beta - \beta; \vec{V}_{BK} \perp l_{BK}.$$

(1)

Пряму задачу кінематики з відповідними векторами V_A і V_B можна вирішити в наступній послідовності:

$$\vec{V}_A \rightarrow \vec{V}_{AK}; 2) \vec{V}_B \rightarrow \vec{V}_{BK}; 3) \vec{V}_{AK} \cup \vec{V}_{BK}; 4) P \rightarrow \vec{V}_{AK} \cup \vec{V}_{BK} = \vec{V}_K.$$

(2)

При розв’язуванні зворотної задачі кінематики шуканими параметрами є V_A і V_B , а заданими V_K , а побудова здійснюється за алгоритмом (7) у зворотній послідовності.

Можливі декілька варіантів комбінацій векторів V_A і V_B та їх співвідношень по модулю (рис. 1). В промислових умовах інженер повинен мати увесь діапазон рішень без втрат часу на відтворення планів швидкостей графічно. Зв’язок параметру кута нахилу штанг δ_1 і δ_2 із швидкістю встановлюється як показано на 2:

1. Випадок $\vec{V}_A \downarrow \downarrow \vec{V}_B$ (див. рис. 1, а):

$$V_{AK} = \frac{\sin(90 - \delta_2) \cdot (V_A - V_B)}{\sin(90 - \delta_1) \cdot \cos(90 - \delta_2) + \cos(90 - \delta_1) \cdot \sin(90 - \delta_2)},$$

$$V_{BK} = \frac{\sin(90 - \delta_1) \cdot (V_A - V_B)}{\sin(90 - \delta_1) \cdot \cos(90 - \delta_2) + \cos(90 - \delta_1) \cdot \sin(90 - \delta_2)},$$
(3)

2. Випадок $\vec{V}_A \downarrow \uparrow \vec{V}_B$ (див. рис. 1, б):

$$V_{AK} = \frac{\sin(90 - \delta_2) \cdot (V_A + V_B)}{\sin(90 - \delta_1) \cdot \cos(90 - \delta_2) + \cos(90 - \delta_1) \cdot \sin(90 - \delta_2)},$$

$$V_{BK} = \frac{\sin(90 - \delta_1) \cdot (V_A + V_B)}{\sin(90 - \delta_1) \cdot \cos(90 - \delta_2) + \cos(90 - \delta_1) \cdot \sin(90 - \delta_2)}.$$
(4)

Розрахункову схему для визначення швидкості переміщення робочого органу V_K показано на рис. 2.

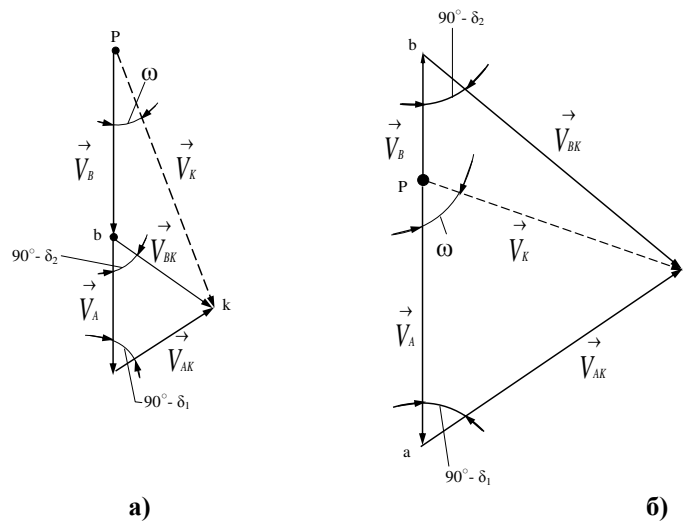


Рис. 2. Розрахункова схема для визначення швидкості V_K вихідної ланки (робочого органу)

а) - для $\vec{V}_A \downarrow \downarrow \vec{V}_B$, б) - для $\vec{V}_A \downarrow \uparrow \vec{V}_B$

Швидкість точки K вихідної ланки встановлюється як:

$$V_K = \sqrt{\left(V_B \frac{\cos(\delta_1)(V_A - V_B) \cdot \sin(\delta_2)}{\cos(\delta_1) \sin(\delta_2) + \sin(\delta_1) \cos(\delta_2)} \right)^2 + \frac{\cos(\delta_1)^2 (V_A - V_B)^2 \cdot \sin(\delta_2)^2}{(\cos(\delta_1) \sin(\delta_2) + \sin(\delta_1) \cos(\delta_2))}}$$
(5)

Кут вектору \dot{V}_K з вертикальною віссю згідно рис. 2 визначається як:

$$\omega = \arcsin \left(\frac{\cos(\delta_2)(V_A - V_B) \cos(\delta_1)}{(\cos(\delta_1) \sin(\delta_2) + \sin(\delta_1) \cos(\delta_2)) \cdot V_A} \right).$$
(6)

При конструюванні обладнання з МПС застосовуються установки з непаралельними прямими, які з'єднані під різними кутами θ (рис. 4а). Також згідно з векторних рівнянь (1,2), застосовують метод побудови планів швидкостей ланок. Результати обчислень областей рішень швидкості V_K та кута нахилу векторів ω за рівнянням (6) при значенні векторів швидкостей в діапазоні $V_A - V_B \in \{0, 20, 40, 60\}$ мм, наведено на рис. 3.

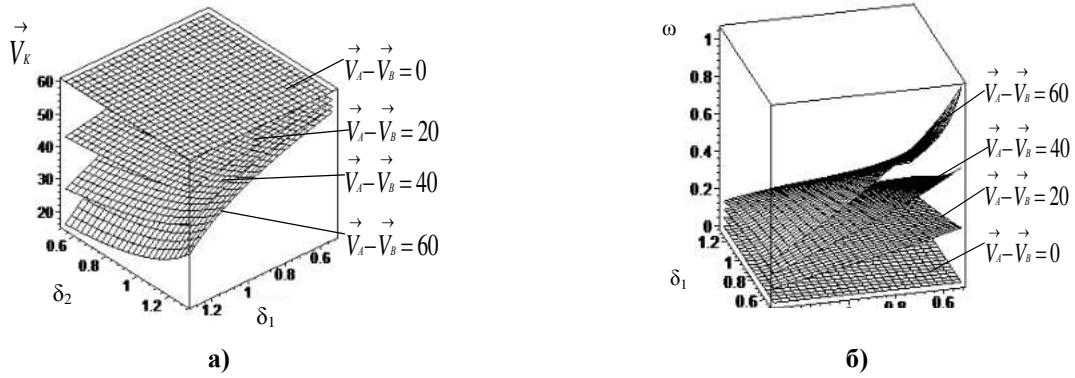


Рис. 3. Область обчислених рішень для значень: а) швидкості V_K ; б) кута ω нахилу вектора швидкості V_K

На рис. 4 наведено плани для визначення швидкостей графоаналітичним методом для напрямних під кутами θ .

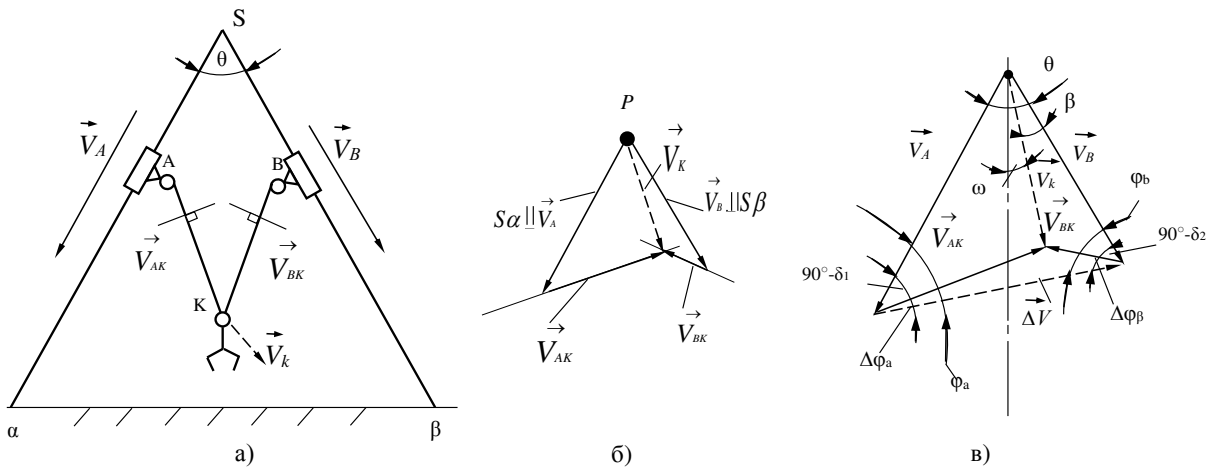


Рис. 4. Приклад застосування графоаналітичного методу планів для визначення швидкостей: а) кінематична схема механізму; б) план швидкостей; в) розрахункова схема для визначення швидкості V_K

Швидкість \dot{V}_K вихідної ланки плоского двохкоординатного МПС і кут ω вектора швидкості з вертикальною віссю з напрямними з нахилом під кутом θ при вершині визначається як:

$$V_K = \sqrt{V_A^2 + V_{AK}^2 - 2V_A \cdot V_{AK} \cdot \cos(90 - \delta_1)}, \tag{7}$$

$$\omega = \frac{\theta}{2} - \beta, \tag{8}$$

$$\text{де } \beta = \arcsin\left(\frac{V_B}{V_K} \sin(90 - \delta_2)\right) + \delta_2 - 90.$$

Розрахунок за рівняннями (7) і (8) для кута $\theta=30^\circ$ при вершині МПС та значенні $\vec{V}_B = 20$ мм/с в діапазонах δ_1 і δ_2 і $\dot{V}_A = 0, 20, 40, 60$ мм/с наведено на рис. 5.

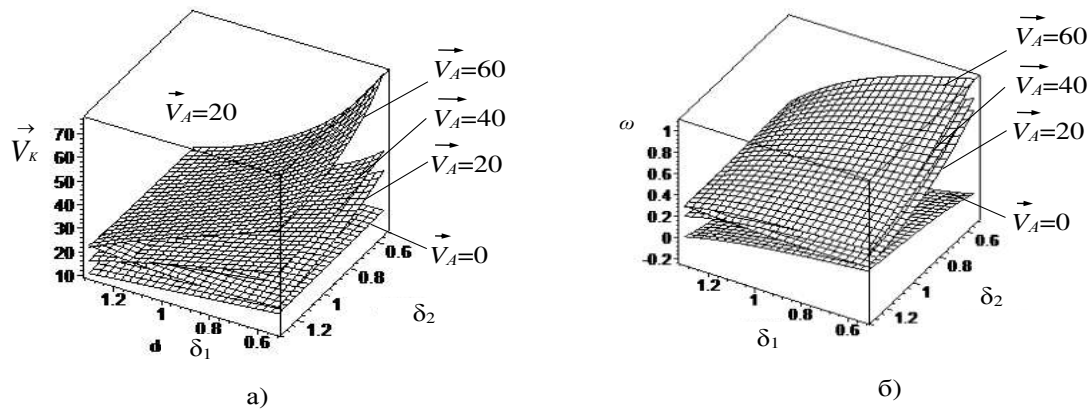


Рис. 5. Приклад застосування графоаналітичного методу планів:
а) при визначенні швидкостей, б) при визначенні кутів

На основі отриманих виразів та залежностей було розроблено спеціалізоване програмне забезпечення Tangle (рис. 6), яке дозволяє здійснювати аналіз кінематичних параметрів каркасної установки з МПС, що проектується.

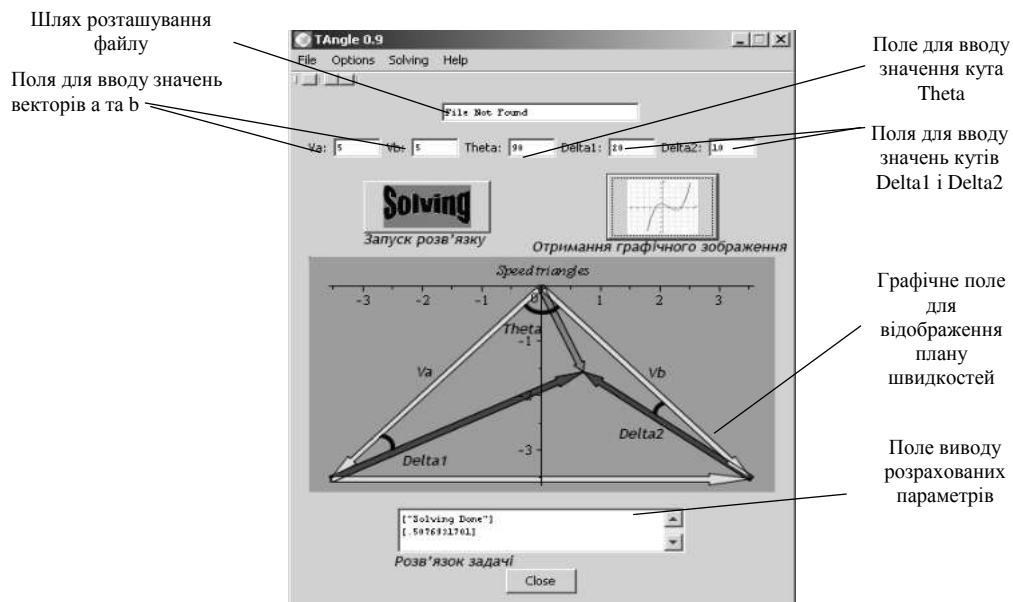


Рис. 6. Зовнішній вигляд робочого вікна програми TAngle

Висновки

Розглянуто і удосконалено математичне ядро для зв'язку зворотньої і прямої задач кінематики та управління складним рухом шарнірно-стрижневих механізмів. Створено алгоритми і моделі, які в поєднанні з апаратно-технічним забезпеченням керування просторовою шарнірно-стрижневою механічною системою, на прикладі, автоматизованого пристрою технологічного призначення, дозволяють виконувати наскрізне проектування, виготовлення і оцінки працездатності будь-якої компоновки просторової системи приводів для відповідних задач об'єктами у просторі та швидко перебудувати або переналадити елементи системи. На основі векторного аналізу, створено програмне забезпечення Tangle.

Список використаної літератури

1. Кузнецов Ю.М. Компоновки верстатів з механізмами паралельної структури: Монографія / Ю.М. Кузнецов, Д.О. Дмитрієв, Г.Ю. Діневич; під ред. Ю.М. Кузнецова. – Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2009. – 456 с.
2. С.А. Русанов, А.А. Омельчук, Д.Д. Федорчук Математичні моделі і програмні продукти розв'язку задач кінематики і аналізу стратегій обробки // Прикладні питання математичного моделювання №2, 2018 р. С. 57-71.

3. Русанов С.А., Дмитрієв Д.О., Омельчук А.А. Компютерна програма «Tangle» - Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №76042 від 19.01.2018.
4. Дмитрієв Д.О. Застосування графоаналітичного методу для аналізу кінематики механізмів паралельної структури і викладання дисципліни теорія механізмів і машин / Д.О. Дмитрієв, С.А. Русанов, О.О. Сафьяник // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології промислового комплексу», випуск 3. – Херсон: ХНТУ, 2017. - С. 67 – 71.
5. Дмитрієв Д.О., Русанов С.А., Федорчук Д.Д. Прогнозування функціональних можливостей і закономірності керування просторовими системами приводів для технологічних задач // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем", випуск 1,- Чернігів: ЧНТУ, 2019. - с.49-52

УДК 620.92

В.В. КУРАК, О.В. АНДРОНОВА, А.М. ЯЦЕНКО, Н.В. ЯЦЕНКО
Херсонський національний технічний університет**АВТОНОМНА ВІТРО-СОНЯЧНА СИСТЕМА ДЛЯ
ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОМИСЛОВОГО ОБ'ЄКТУ**

Розглянуто доцільність організації автономного електрозабезпечення підприємства з розробки Західно-Тягинського родовища вапняків, розташованого на території Херсонської області, за рахунок використання вітро-сонячного потенціалу місцевості. Проведено енергетичний аудит електричної частини об'єкту, результати якого дозволили встановити розподіл потреби в електричній енергії в розрізі року. Розраховано енергетичні параметри, яким має задовольняти автономна вітро-сонячна система для цілорічного покриття потреби підприємства в електричній енергії. Представлено принципи оптимізації енергетичних показників автономної вітро-сонячної електростанції.

На основі аналізу українського ринку індивідуальних вітроелектричних та фотоелектричних установок запропоновано низку можливих варіантів автономних систем, здатних забезпечити енергопотребу даного об'єкту, та визначено їх техніко-економічні показники. Встановлено, що з технічної та економічної точок зору безперебійне електропостачання доцільно здійснювати системою на основі вітроелектричної установки потужністю 400 Вт та 29 фотоелектричних модулів з номінальною потужністю 330 Вт кожен, гібридного інвертора потужністю 2,4 кВт, а також 18 спеціалізованих акумуляторних батарей сумарною ємністю 1800 А·год. При капітальних витратах 541,5 тис. грн така система забезпечує річне виробництво електричної енергії на рівні 13 500 кВт·год та дозволяє економити на експлуатаційних витратах, пов'язаних з обслуговуванням і забезпеченням паливом базової бензинової електростанції, до 160 тис. грн на рік.

Ключові слова: вітровий режим, сонячна радіація, електрична енергія, автономна система.

В.В. КУРАК, Е.В. АНДРОНОВА, А.М. ЯЦЕНКО, Н.В. ЯЦЕНКО
Херсонский национальный технический университет**АВТОНОМНАЯ ВЕТРО-СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ
ЭЛЕКТРООБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА**

Рассмотрена целесообразность организации автономного электрообеспечения предприятия по разработке Западно-Тягинского месторождения известняков, расположенного на территории Херсонской области, за счет использования ветро-солнечного потенциала местности. Проведен энергетический аудит электрической части объекта, результаты которого позволили установить распределение потребности в электрической энергии в разрезе года. Определены энергетические параметры, которым должна удовлетворять автономная ветро-солнечная система для круглогодичного покрытия потребности предприятия в электрической энергии. Описаны принципы оптимизации энергетических показателей автономной ветро-солнечной электростанции.

На основе анализа украинского рынка индивидуальных ветроэлектрических и фотоэлектрических установок предложен ряд возможных вариантов автономных систем, способных обеспечить энергопотребности данного объекта, и определены их технико-экономические показатели. Установлено, что с технической и экономической точек зрения бесперебойное электроснабжение объекта целесообразно осуществлять автономной системой на основе ветроэлектрической установки мощностью 400 Вт и 29 фотоэлектрических модулей с номинальной мощностью 330 Вт каждый, гибридного инвертора мощностью 2,4 кВт, а также 18 специализированных аккумуляторных батарей суммарной емкостью 1800 А·ч. При капитальных затратах 541,5 тыс. грн такая система обеспечивает годовую выработку электрической энергии на уровне 13 500 кВт·ч и позволяет экономить до 160 тыс. грн в год на эксплуатационных расходах, связанных с обслуживанием и снабжением топливом базовой бензиновой электростанции.

Ключевые слова: ветровой режим, солнечная радиация, электрическая энергия, автономная система.

V.V. KURAK, E.V. ANDRONOVA, A.M. YATSENKO, N.V. YATSENKO
Kherson National Technical University

OFF-GRID WIND-SOLAR SYSTEM FOR ELECTRIC SUPPLY OF INDUSTRIAL OBJECT

The advisability of autonomous wind-solar power supply system for the West-Tyaginsky limestone plant, located in the Kherson region, is considered. Based on results of electrical part energy audit the year distribution of object's electrical needs is determined. The energy parameters that must be satisfied by autonomous wind-solar system for all-the-year coverage of the plant's electrical needs are determined. The principles of energy parameters optimization for autonomous wind-solar power plants are given.

Basing on the analysis of the Ukrainian market of individual wind power and photovoltaic devices a number of possible autonomous systems is proposed. Technical and economic parameters have been determined for proposed systems. It has been found out, that an off-grid system composed of a 400 W wind turbine, twenty-nine 330 W photovoltaic modules, 2.4 kW hybrid inverter and 18 specialized batteries with a total capacity of 1800 Ah is expedient from technical and economical points of view for uninterrupted power supply of the object. With a capital investments of 541.5 thousands UAH, such system provides an annual generation of electricity at a level of 13 500 kWh and saves up to 160 thousands UAH per year in operating costs related with base-case gasoline power station servicing and fuel supplying.

Keywords: wind conditions, solar radiation, electrical energy, off-grid system.

Постановка проблеми

Особливості кліматичного режиму південних регіонів України сприяють розвитку генеруючих потужностей, що використовують сонячний та вітроенергетичний ресурс. Так в умовах Херсонської області річне надходження сумарної сонячної радіації на горизонтальну поверхню становить понад 1300 кВт-год / м², а річний потенціал вітру в південних районах сягає 3000 кВт-год / м² [1]. Це разом зі стимулюючою дією «зеленого» тарифу приваблює інвестиції в побудову як потужних централізованих фото- та вітроелектричних станцій, так і індивідуальних мережевих електрогенеруючих систем порівняно невеликої потужності, що працюють в єдиній енергосистемі України [2].

Іншим прикладом застосування систем альтернативної енергетики є автономні електричні станції, призначені для забезпечення енергією об'єктів, віддалених від ліній електропередач. Зважаючи на незначний відсоток таких об'єктів на території України, що переважно розташовуються в гірській місцевості, на малозаселених островах, тощо, широкого поширення автономні системи (АС) не набули.

Періодичний та випадковий характер сонячного та вітрового ресурсу потребує включення до складу автономної електростанції системи акумуляування, що забезпечує безперебійність електропостачання в нічний період, похмурі або безвітряні дні. Це призводить до суттєвого збільшення вартості одиниці встановленої потужності АС в порівнянні з мережевими електростанціями і, як наслідок, електрозабезпечення віддаленого від електричних мереж об'єкта здійснюється, зазвичай, не за рахунок сонячної або вітрової енергії, а бензиновим або дизельним генератором.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Головними складовими типової АС є генератор електричної енергії, в якості якого можуть використовуватись фотоелектричні модулі (ФЕМ) або вітроелектрична установка (ВЕУ), акумуляторна батарея (АКБ), контролер заряду та автономний інвертор, що перетворює постійну напругу у змінну [3]. При достатньому надходженні енергетичного ресурсу до генератора відбувається живлення навантаження та заряджання АКБ. В іншому випадку живлення навантаження відбувається за рахунок енергії, накопиченої в АКБ. Зважаючи на випадковий характер вітрової енергії і періодичність сонячної інсоляції, АС потребує значної встановленої потужності генеруючого пристрою, щоб забезпечити заряджання АКБ в період достатнього надходження енергетичного ресурсу. При зменшеній потужності споживання це може призвести до вироблення надлишку енергії, який має бути розсіяним на баластному навантаженні або ж ліквідований шляхом часткового відключення генеруючих потужностей. Крім того, тривалість періоду живлення навантаження від АКБ залежить від її ємності [2]. Отже, для безперебійного забезпечення споживача електричною енергією під час тривалої нестачі енергоресурсу потрібно використовувати АКБ великої ємності, що погіршує економічні показники автономних вітроелектричних та фотоелектричних станцій.

Одним із можливих шляхів мінімізації гостроти вказаних проблем є перехід до вітро-сонячних АС, що використовують в якості генератора одночасно як ФЕМ, так і ВЕУ. Паралельне перетворення сонячних та вітрових енергетичних потоків генератором дозволяє не тільки зменшити добові та сезонні коливання в надходженні енергії до АС [4], але й забезпечує додаткові можливості оптимізації техніко-економічних показників системи шляхом мінімізації надлишку вироблення енергії при роздільному регулюванні потужності фото- та вітроелектричної підсистем у відповідності до кліматичного режиму місцевості. Це в свою чергу має сприяти покращенню інвестиційної привабливості вітро-сонячних АС в

порівнянні з фотоелектричними та вітроелектричними АС, а також автономними електростанціями, що працюють на традиційному паливі.

Формулювання мети дослідження

Метою даної роботи є дослідження доцільності організації автономного електрозабезпечення промислового об'єкту, розташованого на території Херсонської області, за рахунок використання вітро-сонячного потенціалу місцевості.

Викладення основного матеріалу дослідження

В якості об'єкта дослідження обрано Західно-Тягинське родовище вапняків, розташоване поблизу с. Іванівка Білозерського району Херсонської області. Електрозабезпечення об'єкту здійснюється за рахунок бензинового електрогенератора потужністю 3 кВт. Лінія централізованого електропостачання демонтована, її відновлення не планується.

Місце розташування об'єкту характеризується значним річним надходженням сонячної радіації на горизонтальну поверхню – близько 1430 кВт·год/м² [5] та середньорічним значенням швидкості вітру для умов відкритої місцевості – понад 5,7 м/с. Отже, доцільним є розгляд можливості безперебійного електропостачання від АС, що використовує сонячну та вітрову енергію.

З метою визначення енергоспоживання проведено аудит електричної частини об'єкту. Встановлено, що електронавантаження об'єкту формується побутовими приладами адміністративного приміщення та системою освітлення території, які є споживачами змінної напруги. Навантаження постійної напруги відсутнє. Аналіз тривалості та періодичності використання споживачів електричної енергії дозволив скласти типові графіки електроспоживання об'єкту для літніх та зимових місяців (рис. 1). Особливістю об'єкту є чітко виражена сезонність електроспоживання, що пов'язано з необхідністю опалення адміністративного приміщення електрообігрівачем та збільшенням часу освітлення території в зимовий період. Розрахункове добове споживання електричної енергії влітку становить 11,840 кВт·год, а взимку – 24,608 кВт·год при піковому навантаженні 2,4 кВт. Річне споживання енергії складає 6560,64 кВт·год.

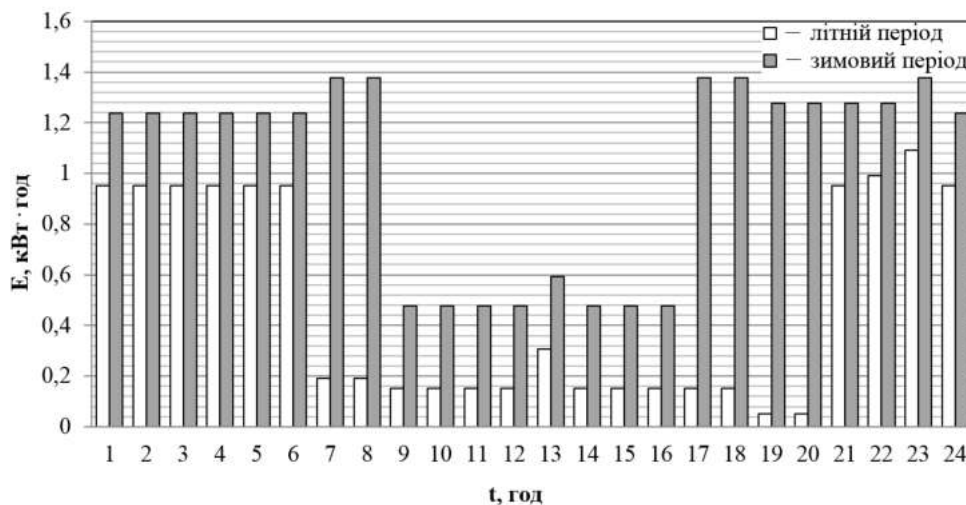


Рис. 1. Типовий добовий графік електроспоживання об'єкту

Сумарна ємність АКБ, що потрібна для забезпечення безперебійного живлення об'єкту за умови відсутності надходження енергії від нетрадиційних джерел протягом однієї доби зимового періоду, розраховувалась за методикою [6] з врахуванням втрат в інверторі при перетворенні постійної напруги в змінну, температурного коефіцієнту ємності та допустимої глибини розряду АКБ. Розрахункове значення сумарної ємності АКБ становить 1757,92 А·год при напрузі 24 В. Зазначену сумарну ємність можуть забезпечити 9 спеціалізованих акумуляторів номінальною ємністю 200 А·год та напругою 24 В, що з'єднані між собою паралельно, або 18 акумуляторів такої ж ємності, але напругою 12 В, що формують батарею з дев'яти паралельних гілок по два послідовно з'єднаних акумулятори в кожній. Аналіз технічних та цінових показників спеціалізованих акумуляторів для вітро-сонячних систем електропостачання, представлених на українському ринку, показав доцільність формування АКБ на базі 18 батарей ALVA AD 12-200. Особливістю цих акумуляторів є підвищена стійкість до глибокого розряду та тривалий термін служби (до 15 років).

Розрахунок вироблення енергії вітроелектричною підсистемою АС здійснювався за методикою [7], що базується на використанні даних метеорологічних спостережень за вітровим режимом місцевості,

в яких надано повторюваність швидкостей вітру за градаціями. В розрахунку використовується експериментальна робоча характеристика ВЕУ, як залежність потужності установки від швидкості вітру $N_i = N_i(u_i)$, а вироблення енергії за період часу Δt знаходиться, як сума вироблення енергії за кожною градацією швидкості вітру з урахуванням повторюваності $\Delta\Phi_i$ даного значення швидкості вітрового потоку u_i :

$$E_{BEV} = \sum_{i=1}^n E_i(u_i) = \sum_{i=1}^n N_i(u_i) \cdot \Delta\Phi_i \cdot \Delta t. \quad (1)$$

При визначенні швидкості вітру для місця розташування ВЕУ використовували дані з вітрового режиму найближчої метеостанції „Берислав”, враховуючи клас відкритості місцевості та висоту осі вітротурбіни.

Вироблення енергії підсистемою ФЕМ $E_{ФЕМ}$ за аналогічний період часу Δt визначалось за методикою [6] на основі аналізу метеорологічних даних [5] з надходження сонячної радіації на поверхню сонячних модулів, орієнтованих на південь. З метою збільшення надходження сонячної енергії до ФЕМ у зимовий період, коли спостерігається максимальне споживання енергії об'єктом, кут нахилу ФЕМ відносно горизонтальної поверхні приймався таким, що дорівнює 60° . Такий кут нахилу не лише забезпечує максимальний потік сонячної радіації на поверхню ФЕМ у зимові місяці, але й дозволяє зменшити надлишок виробленої енергії у літній період, коли енергоспоживання об'єкту стає нижчим (рис. 2). Отже, з'являється можливість задовільнити потребу у виробленні енергії за рахунок меншої кількості ФЕМ і таким чином мінімізувати капітальні витрати.

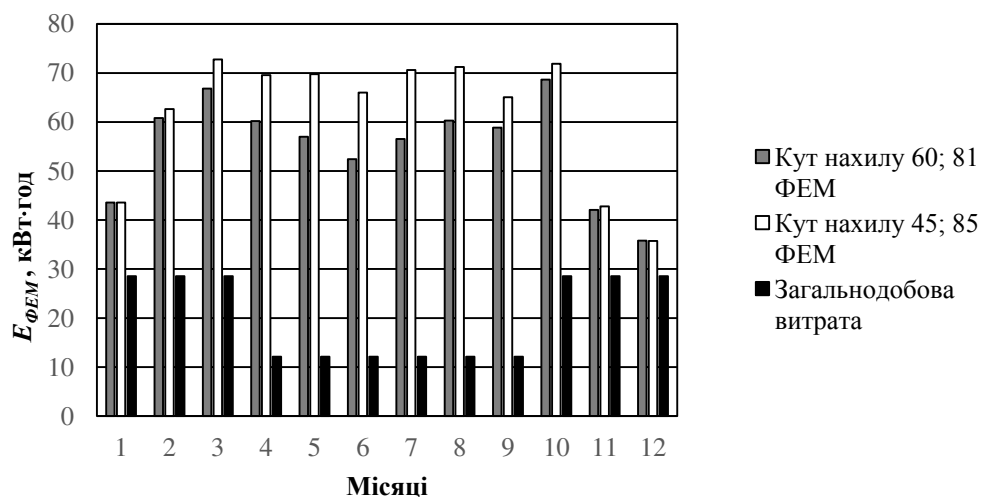


Рис. 2. Розподіл середньодобового вироблення енергії АС на основі ФЕМ AMERISOLARAS-6P30-330 / 4BB за місяцями

Загальна енергія, що виробляється вітро-сонячною АС, є сумою енергій, отриманих за один і той самий період часу від її підсистем:

$$E_{AC} = \sum_{i=1}^n E_i = E_{BEV} + E_{ФЕМ}, \quad (2)$$

причому для забезпечення безперебійності енергопостачання об'єкту добове значення E_{AC} має бути не меншим за загальнодобову потребу в електричній енергії $E_{зд}$, тобто енергію, що витрачається АС як на безпосереднє живлення електричних споживачів, так і на поновлення запасу АКБ з урахуванням втрат в перетворюючих та зарядних пристроях. Якщо $E_{BEV} = 0$ – маємо окремий випадок фотоелектричної АС,

при $E_{ФЕМ} = 0$ – вітроелектричну систему. Оптимізація ж АС за енергетичними показниками зводиться до мінімізації надлишку вироблення енергії $\Delta E = E_{АС} - E_{ЗД}$:

$$\Delta E \rightarrow \min ; \Delta E > 0. \tag{3}$$

Варіанти АС, що розглядались, представлені у табл. 1. АС комплектується високоефективними ФЕМ на основі полікристалічних сонячних елементів AMERISOLARAS-6P30-330/4BV номінальною потужністю 330 Вт, однією ВЕУ з широким діапазоном робочих швидкостей вітру, АКБ на базі 18 акумуляторів ALVA AD 12-200, а також гібридним інвертором NK 1К-3К 2,4 кВт з піковою потужністю 4,8 кВт. Мінімально необхідна кількість модулів у підсистемі ФЕМ АС визначалась, виходячи з загальнодобової потреби в електричній енергії $E_{ЗД}$, середньодобового вироблення енергії підсистемою ВЕУ $E_{ВЕУ}$ та одним модулем сонячних елементів $E_{ФЕМ1}$ з округленням результату до найближчого більшого цілого:

$$N_{ФЕМ} = (E_{ЗД} - E_{ВЕУ}) / E_{ФЕМ1}. \tag{4}$$

Таблиця 1

Позначення АС	Варіанти АС на основі ФЕМ та ВЕУ	
	Генеруючі потужності	
	ВЕУ	ФЕМ
I	EuroWind 500	-
II	WS-WT400W	29 модулів
III	СВ-1.2/30 «Бджола»	32 модулі
IV	EuroWind 300M	47 модулів
V	-	81 модуль

На рис. 3 представлено розподіл середньодобового вироблення електричної енергії запропонованими АС по місяцях у порівнянні з відповідною витратою енергії, а в табл. 2 – дані з річного вироблення та надлишку енергії.

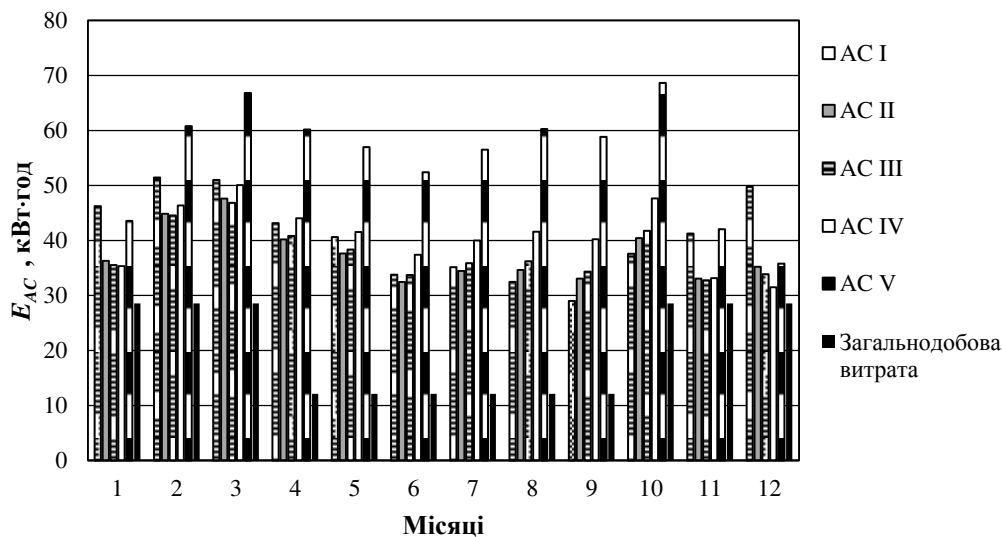


Рис. 3. Середньодобове вироблення енергії АС на основі ФЕМ та ВЕУ

Таблиця 2

Річне вироблення та надлишок енергії					
АС	I	II	III	IV	V
$E_{AC_{рік}}$, кВт·год	14 750	13 500	13 645	14 666	19 888
$\Delta E_{рік}$, кВт·год	7 431	6 182	6 327	7 348	12 570

Як показує аналіз рис. 3, вироблення енергії кожним із запропонованих варіантів АС перебиває загальнодобову потребу в електричній енергії в будь-якому місяці, а отже, забезпечує безперебійне електропостачання об'єкту протягом року. АС I, яка використовує у якості генератора лише ВЕУ, виробляє найбільше енергії у місяці зимового періоду, а влітку вироблення зменшується, що обумовлено особливостями вітрового режиму території і добре узгоджується з сезонністю графіка енергоспоживання. Втім, варіант АС I характеризується значним річним надлишком виробленої енергії, тому не може вважатися оптимальним (табл. 2). Інший варіант системи – АС V – використовує лише ФЕМ і демонструє максимальний надлишок вироблення енергії із всіх запропонованих систем, що пояснюється зростанням рівня сонячної інсоляції у літній період на фоні зменшення енергопотребі об'єкту.

Кращі енергетичні показники демонструють АС, що використовують одночасно як вітровий, так і сонячний енергетичні потоки (АС II – АС IV). Причому мінімальний річний надлишок виробленої енергії спостерігається для варіанту АС II, генеруючі потужності якого складаються з вертикальноосової ВЕУ WS-WT400W номінальною потужністю 400 Вт та 29 ФЕМ AMERISOLARAS-6P30-330 / 4BB, розташованих під кутом нахилу 60°. Отже, з енергетичної точки зору даний варіант АС є найоптимальнішим із всіх запропонованих.

Доцільність реалізації запропонованих варіантів АС визначали на основі розрахунку періоду окупності T (табл. 3), для чого для кожної системи розраховувались капітальні витрати K , річні доходи від експлуатації D , в якості яких приймалися експлуатаційні витрати базової АС на основі бензинового генератора, що заміщується, а також річні експлуатаційні витрати EB нової системи (в цінах станом на січень 2019 р.).

Таблиця 3

Економічні показники запропонованих варіантів АС				
Позначення АС	K , тис. грн	D , тис. грн. / рік	EB , тис. грн. / рік	T , роки
I	552,212	188,598	30,063	3,48
II	541,516	– " –	29,726	3,41
III	576,056	– " –	30,814	3,65
IV	674,401	– " –	33,912	4,36
V	849,232	– " –	39,419	5,69

Дані табл. 3 вказують на економічну доцільність впровадження будь-якого із запропонованих варіантів АС, оскільки періоди їх окупності значно менші строку експлуатації основних складових системи: ВЕУ малої потужності – не менше 15 років, ФЕМ на основі полікристалічних кремнієвих сонячних елементів – 25 років, інвертор – не менше 25 років, АКБ на основі спеціалізованих акумуляторів ALVA AD 12-200 – 15 років. Близькі періоди окупності мають системи АС I та АС II – приблизно 3,5 роки. Однак, варіант АС II є більш ефективним з енергетичної точки зору, оскільки забезпечує мінімум надлишку вироблення енергії. Тому саме ця система рекомендується для автономного електрозабезпечення об'єкту.

Висновки

Аналіз техніко-економічних показників різних варіантів автономних систем електропостачання показав, що для безперебійного електрозабезпечення промислового об'єкту – Західно-Тягинського родовища вапняків (с. Іванівка Білозерського району Херсонської області) – доцільним є перехід від базової АС на основі бензинового генератора до вітро-сонячних АС. Встановлено, що з енергетичної та економічної точок зору для даного об'єкту оптимальною є система, що складається з ВЕУ WS-WT400W номінальною потужністю 400 Вт, ФЕМ AMERISOLARAS-6P30-330/4BB в кількості 29 штук, гібридного інвертора NK 1K-3K 2,4 кВт з піковою потужністю 4,8 кВт та 18 акумуляторних батарей ALVA AD 12-200 сумарною ємністю 1800 А·год. При капітальних витратах 541,516 тис. грн така система забезпечує річне виробництво електричної енергії на рівні 13 500 кВт·год та дозволяє економити на експлуатаційних витратах, пов'язаних з обслуговуванням і забезпеченням паливом базової бензинової АС, до 160 тис. грн на рік.

Список використаної літератури

1. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії / С.О. Кудря. – К.: НТУУ „КПР”, 2012. – 492 с.
2. Андропова О.В. Порівняння техніко-економічних показників децентралізованої вітроелектричної та фотоелектричної станцій / О.В. Андропова, В.В. Курак // Вісник ХНТУ. – 2017. – №4(63). – с. 19-26.
3. Григораш О.В. Классификация и основные способы построения солнечных электростанций / О.В. Григораш, И.В. Евтушенко, М.А. Попучиева // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – №124(10). – с. 1-14.
4. Ветро-солнечная станция 0,8/2 кВт [Електронний ресурс] // Alteco. Альтернативная энергетика и экотехнологии [сайт]. – Режим доступу: <https://alteco.in.ua/solution/avtonomnoe-jelektrosnabzhenie/vetro-solnechnaja-stancija-0-8-2-kvt-variant-1> (28.03.2019). – Назва з екрану.
5. NASA surface meteorology and solar energy - location [Електронний ресурс] // Atmospheric science data center [сайт]. – Режим доступу: <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?email=skip@larc.nasa.gov>. — Назва з екрану.
6. Охоткин Г.П. Методика расчета мощности солнечных электростанций / Г.П. Охоткин // Вестник Чувашского университета. – 2013. – №3. – с. 222-230.
7. Харитонов В.П. Автономные ветроэлектрические установки / В.П. Харитонов. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2006. – 280 с.

УДК 621.01-52. + 621.865.8

Ю.Є. МЄШКОВ, О.А. ВОЙТОВИЧ
Херсонський національний технічний університет**ДО ПИТАННЯ ПРО КЛАСИФІКАЦІЮ ПЛОСКИХ ГРУП АССУРА**

У статті розглядаються методи повної ідентифікації усіх плоских груп Ассура, що містять шість ланок. Представляється цілком достатнім називати групи по кількості ланок в них - двохланкові, чотирьохланкові, шестиланкові, восьмиланкові і десятиланкові. Виведення коефіцієнта k з кількості параметрів, що характеризують групи Ассура, не може порушити алгоритму класифікації, тобто цілком допустимо. Це тим більше важливо, що поняття класу групи Ассура являється в теорії механізмів важливішою їх характеристикою, а саме, складністю змінюваного замкнутого контуру α , що використовується в них.

Номенклатура ланок (розряд R), по - перше, дозволяє ідентифікувати лише деяку безліч груп, але не дає можливості ідентифікувати їх усередині множин, а по-друге, суть відмінностей розрядів.

Окрім відповідності формули Чебишева, групи Ассура повинні задовольняти умові елементарності, а саме, такі групи не повинні розпадатися на простіші, тобто чотирьохланкові - на діади, шестиланкові - на чотирьохланкові і діади і так далі.

Важливим параметром будь-якого ланцюга є кількість її гілок γ . Під кількістю гілок розуміється кількість вільних кінематичних пар - кількість зовнішніх пар ланцюга за умови, що ланцюг створений без змінюваних замкнутих контурів.

Вважається за доцільне далі замість кількості вільних пар ланцюга використати поняття кількості виходів ланцюга δ .

Третім необхідним критерієм відмінності ланцюгів повинно використовуватися кількість виходів групи δ . Ця кількість позначається буквою r , а кількість замкнутих змінюваних контурів - буквою m . Наступним важливим і необхідним параметром класифікації груп є складність введеного в ланцюг змінюваного замкнутого контуру α_i , де i - кількість сторін контуру.

Розроблені класифікаційні параметри є необхідними для ідентифікації різноманіття груп, які показують, що вони цілком достатні для умов від 4 до 8. При кількості ланок більше 8 можлива поява необхідності введення додаткових класифікаційних параметрів, таких, як послідовність розташування замкнутих змінюваних контурів по складності в групах при числі контурів більше трьох.

Ключові слова: плоскі групи Ассура, кількість ланок, класифікаційні параметри, ідентифікація, замкнуті змінювані контури.

Ю.Є. МЄШКОВ, О.А. ВОЙТОВИЧ
Херсонський національний технічний університет**К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ПЛОСКИХ ГРУПП АССУРА**

В статье рассматриваются методы полной идентификации всех плоских групп Ассура, содержащих шесть звеньев. Представляется вполне достаточным называть группы по количеству звеньев в них - двухзвенные, четырехзвенные, шестизвенные, восьмизвенные и десятизвенные. Вывод коэффициента k из числа параметров, характеризующих группы Ассура, не может нарушить алгоритма классификации, то есть вполне допустимо. Это тем более важно, что понятие класса группы Ассура является в теории механизмов важнейшей их характеристикой, а именно, сложностью изменяемого замкнутого контура α , который в них используется.

Номенклатура звеньев (разряд R), во - первых, позволяет идентифицировать лишь некоторое множество групп, но не дает возможности идентифицировать их внутри множеств, а во-вторых, сущность различных разрядов.

Кроме соответствия формулы Чебышева, группы Ассура должны удовлетворять условию элементарности, а именно, такие группы не должны распадаться на более простые, то есть четырехзвенные - на диады, шестизвенные - на четырехзвенные и диады и так далее.

Важным параметром любой цепи является количество ее ветвей γ . Под количеством ветвей понимается количество свободных кинематических пар - количество внешних пар цепи при условии, что цепь создана без изменяемых замкнутых контуров.

Считается целесообразным дальше вместо количества свободных пар цепи использовать понятие количества выходов цепи δ .

Третьим необходимым критерием отличия цепей должно использоваться количество выходов группы δ . Это количество обозначается буквой r , а количество замкнутых изменяемых контуров -

буквой m . Следующим важным и необходимым параметром классификации групп является сложность введенного в цепь изменяемого замкнутого контура α_i , где i - количество сторон контура.

Разработанные классификационные параметры необходимы для идентификации многообразия групп, которые показывают, что они вполне достаточны для условий от 4 до 8. При количестве звеньев более 8 возможно появление необходимости введения дополнительных классификационных параметров, таких, как последовательность расположения замкнутых изменяемых контуров по сложности в группах при числе контуров более трех.

Ключевые слова: плоские группы Ассура, количество звеньев, классификационные параметры, идентификация, замкнутые изменяемые очертания.

Yu.Ye. MIESHKOV, O.A. VOYTOVICH
Kherson National Technical University

ON THE QUESTION OF ASSUR'S FLAT GROUP CLASSIFICATION

The article deals with full identification methods of all plane Assur's groups, which contain of six links. It seems quite sufficient to call groups based on the number of links in them – two lanes, four lanes, six lanes, eight lanes and ten lanes. Output of the coefficient k from the number of parameters characterizing the Assur's groups, can not violate the classification algorithm, that is quite acceptable. It is all the more important that the concept of the class of Assur group deals in the theory of mechanisms with a more important characteristic, namely, the complexity of the alternating closed circuit $\alpha=4$ used in them. It is unlikely that this concept should be removed from the use of the mechanisms of high classes and more.

The nomenclature of links (rank R), first, allows identification of only a certain set of groups, but does not make it possible to identify them within sets, and secondly, the essence of the differences of digits.

In addition to the formula of Chebyshev, the Assur's groups must satisfy the elemental condition, namely, such groups should not disintegrate into simpler ones, that is, four groups – for dyads, six lines – for four lanes and dyads, and so on.

An important parameter of any chain is the number of its branches γ . By the number of branches refers to the number of free kinematic pairs – the number of external pairs of chain, provided that the chain is created without changing closed circuits.

It is considered expedient to use the concept of the number of δ outputs instead of the number of free pairs of chain.

The third necessary criterion for chain differences should be the number of outputs of the group δ . This number is indicated by the letter r , and the number of closed variable contours is the letter m . The next important and necessary parameter for classifying groups is the complexity of the introduced closed circuit in α_i , where i is the number of sides of the contour.

The developed classification parameters are necessary for identifying the diversity of groups, which show that they are quite sufficient for conditions from 4 to 8. With more than 8 links, it may be necessary to introduce additional classification parameters such as the sequence of arrangement of closed variable contours in terms of complexity in groups with number of contours more than three.

Keywords: Assur's flat groups, number of links, classification parameters, identification, closed variable contours.

Постановка проблеми

Вчення Л.В. Ассура [1] про синтез структур механічних систем, ґрунтоване на твердженні, що будь-який механізм може бути створено шляхом приєднання до ведучої ланки групи або груп ланок, що мають нульову рухливість, з часу його публікації (1914р.) є засадничим в теорії кінематичних ланцюгів. Групи ланок нульової рухливості після цього отримали назву груп Ассура, і завдання відшукування різноманіття таких груп стало важливим науковим завданням.

Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є розробка методів та класифікаційних параметрів для повної ідентифікації усіх плоских груп Ассура, що містять шість ланок, та послідовність розташування замкнутих змінюваних контурів по складності в групах при числі контурів більше трьох, які являються необхідними для ідентифікації різноманіття груп.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Робота професора Э.Е. Пейсах [2], присвячена термінологічному аналізу і обґрунтуванню нових класифікацій плоских структурних груп. Вона завершується таблицями чотирьох ланкових, шести ланкових, восьми ланкових і десяти ланкових груп Ассура з вказівкою їх загальної кількості: 2, 10, 173 і 5442. Аналіз приведених в роботі [2] таблиць дозволяє зробити, щонайменше, три висновки:

1. Усі групи Ассура в роботі класифікуються по чотирьом параметрам, а саме, по класу групи k , що введена професором Г.Г. Барановим, по складу ланок, що входять до групи, - розряду R , по числу r зовнішніх кінематичних пар групи і по числу m змінюваних замкнутих контурів в групі.

2. Число n - ланок груп і p - кінематичних пар в них є залежні параметри, визначувані через k , як $n = 2k$ і $p = 3k$.

3. Розряд R являється числовою послідовністю k - цифр, що визначає кількість двохпарних, трьохпарних, чотирипарних і так далі ланок.

Викладення основного матеріалу дослідження

Розглянемо ці параметри як критерії класифікації груп. Вважати необхідним введення параметра k в якості класифікаційного - немає підстав. Цей параметр не відбиває якого-небудь фізичного сенсу і навіть ускладнює розуміння суті групи. Він усього лише відповідає або половині числа ланок групи або однієї третини числа її кінематичних пар. Представляється цілком достатнім називати групи по числу ланок в них - двох ланкові, чотирьох ланкові, шести ланкові, восьми ланкові і десяти ланкові. Виведення k з числа параметрів, що характеризують групи Ассура, не може порушити алгоритму класифікації, тобто цілком допустимо. Це тим більше важливо, що поняття класу групи Ассура займається в теорії механізмів важливішою їх характеристикою, що йде від робіт акад. И. И. Артоболевського, а саме, складністю змінюваного замкнутого контуру α , що використовується в них. Навряд чи варто виводити із вживання таке поняття як механізми високих класів $\alpha = 4$ і більше.

Є цілком серйозні підстави засумніватися, що в практиці машинобудування будуть широко використовуватимуться групи Ассура, в яких $n > 8$, але, якщо і будуть, то не виникне ніяких проблем називати їх десятиланковими, дванадцятиланковими і так далі.

Що стосується розряду R , то в ньому міститься важлива інформація про число і види ланок що використовуються і про те, яка в групі ланка прийнята за базисну, тобто за найскладнішу. Це визначає остання значуща цифра розряду. Наприклад, розряд 63001 означає, що всього ланок 10 (десятиланкова група) з них шість двохпарних ланок, три трьохпарних і одна шестипарна, саме воно і найскладніша. На жаль, усередині розряду знайти відмінності груп неможливо. Так, в шести ланкових групах під розрядом 330 значиться число груп - 4, але чим вони розрізняються одна від одної, з'ясувати можливості нема. У восьми ланкових групах під розряд 3410 потрапляють 37 структур, а під розряд 4310 - 41 структура, які відрізнити також неможливо. Особливо ця обставина стає помітною в десяти ланкових групах, там під розрядом 4510 стоїть число 1249 структур. Це майже в 10 разів більше, ніж всього існує восьми ланкових груп. Виникають великі сумніви в тому як такою класифікацією можна користуватися. Висновок виявляється абсолютно очевидним - запропонована класифікація вимагає істотного доопрацювання для того, щоб за допомогою її можна було ідентифікувати всі до єдиної структури, тобто в класифікаційних таблицях повинно бути рядків стільки, скільки всього структур.

Необхідно відмітити, що до теперішнього часу знайдено багато додаткових параметрів, що характеризують відмінності груп Ассура [4, 5]. Вони обґрунтовані і опубліковані. Доцільно відмітити ще те, що параметри r і m , які використані в [2], строго взаємозалежні, вони пов'язані приведеним співвідношенням $m + r = k + 1$, звідки слідує, що при заданому числі ланок n , завжди $m + r = \frac{n+2}{2}$ тобто

r і m повинні братися за єдиний критерій. Таким чином, в запропонованій класифікації дійсно незалежними є лише три параметри: n - кількість ланок, R - номенклатура ланок і r - кількість зовнішніх пар (чи m - кількість змінюваних замкнутих контурів).

Відмітимо, що номенклатура ланок (розряд R), по - перше, дозволяє ідентифікувати лише деяку безліч груп, але не дає можливості ідентифікувати їх усередині множин, а по-друге, суть відмінностей розрядів в роботі [2] не розкрито і не обґрунтовано алгоритм їх складання. Так же необґрунтованими залишаються цифри, що визначають загальну кількість груп з різною кількістю ланок в них. У зв'язку з цим, залишаються підстави сумніватися в опублікованих числах груп. Розглянемо ті відомі до теперішнього часу характеристики плоских кінематичних ланцюгів, які можуть бути використані як незалежні і необхідні при ідентифікації усіх без виключення груп Ассура. Передусім, використовуючи формулу рухливості П.Л. Чебишева:

$$W = 3n - 2p_5 \quad (1)$$

за умови, що $W = 0$, отримаємо добре відоме співвідношення,

$$p_5 = \frac{3n}{2}, \quad (2)$$

з якого слідує, що групами Ассура є структури, що містять парне число ланок, - через два, при числі шарнірів - через три: двохланкові ($p_5 = 3$), чотирьохланкові ($p_5 = 6$), шестиланкові ($p_5 = 9$), восьмиланкові ($p_5 = 12$), десяти ланкові ($p_5 = 15$) і так далі. На цій підставі першим початковим параметром при складанні класифікаційних таблиць груп повинно прийматися саме число ланок (2, 4, 6, 8, 10 і так далі). Простішою групою є двохланкова, або діада.

Окрім відповідності формулі (2), групи Ассура повинні задовольняти умові елементарності, а саме, такі групи не повинні розпадатися на простіші, тобто чотирьохланкові - на діади, шестиланкові - на чотирьохланкові і діади і так далі.

У теорії кінематичних ланцюгів ще О. Г. Озол [3], а цілком можливо, що і раніше, використовувалося поняття "базисної ланки", тобто найбільш складної ланки ланцюга. В статті [4] було показано, що сумарна кількість кінематичних пар p і сумарна кількість ланок n будь-якого кінематичного ланцюга можуть бути знайдено через базисну ланку (τ - кутник) як:

$$\begin{cases} p = \tau + (\tau - 1)n_{\tau-1} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{\tau-1} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1. \end{cases} \quad (3)$$

В (3) під n_i розуміється кількість ланок, що додають при приєднанні до ланцюга по i кінематичних пар.

При заданому значенні τ , тобто заданій кількості геометричних елементів базисної ланки, що утворюються з сусідніми ланками кінематичні пари, можна визначити яка мінімальна кількість ланок повинна мати ланцюг. Така подія з'являється, якщо усі ланки, що додають в ланцюг більше за одну пару, дорівнюють нулю, тобто якщо $n_{\tau-1} = \dots = n_i = \dots = n_2 = 0$.

В цьому випадку, система (3) набере вигляду:

$$\begin{cases} p = \tau + n_1, \\ n_{\min} = 1 + n_1, \end{cases} \quad (4)$$

звідки, $n_1 = n_{\min} - 1$, а $p = \tau + n_{\min} - 1$.

Для плоских груп Ассура з парами p_5 згідно (2) і (4) отримаємо:

$$\frac{3n_{\min}}{2} = \tau + n_{\min} - 1,$$

звідки

$$n_{\min} = 2(\tau - 1) \quad (5)$$

Це ж завдання може бути розв'язано і відносно τ_{\max} при заданому n . В цьому випадку, з (5) отримаємо:

$$\tau_{\max} = \frac{n + 2}{2} \quad (6)$$

Так, для чотирьох ланкових груп $\tau_{\max} = 3$, для шести ланкових груп $\tau_{\max} = 4$, для восьми ланкових груп $\tau_{\max} = 5$, для десяти ланкових груп $\tau_{\max} = 6$ і так далі. У цьому легко переконатися по таблицях, приведених в [2].

Найбільш складна ланка – трьохпарна.

На підставі викладеного другим параметром після n повинно прийматися τ , якому послідовно можна задавати значення від $\tau = 3$ до τ_{\max} . Для чотирьохланкових груп - це лише $\tau = 3$; при $n = 6$ - це $\tau = 3$ і $\tau = 4$; при $n = 8$ - це $\tau = 3$ і $\tau = 4$ і $\tau = 5$; при $n = 10$ - це $\tau = 3$, $\tau = 4$, $\tau = 5$ і $\tau = 6$ і так далі.

Представляється, що ігнорувати відмінність груп по базисній ланці що використовується в них, ні по якій логіці не слідує. Важливим параметром будь-якого ланцюга є кількість її гілок γ . Під кількістю гілок розуміється кількість вільних кінематичних пар (по термінології [2] - кількість зовнішніх пар) ланцюга за умови, що ланцюг створений без змінюваних замкнутих контурів.

Очевидною є залежність:

$$\gamma = p - (n - 1), \quad (7)$$

тобто кількість гілок або вільних пар в ланцюзі визначається різницею між загальною кількістю пар p ланцюга і кількістю пар, які вже використані (зайняті) в результаті приєднання до τ -кутника $(n - 1)$ ланок. З урахуванням співвідношення (2) між p_5 і n в плоских групах Ассура, можна показати, що $\gamma = \frac{n+2}{2}$. Підстановкою p і n з (3) в (7) можна виразити кількість гілок γ через τ у вигляді:

$$\gamma = \tau + (\tau - 2)n_{\tau-1} + \dots + (i - 1)n_i + \dots + n_2. \quad (8)$$

Коли в ланцюзі створюються замкнуті змінювані контури кількістю α , утворення кожного контуру зменшує на одиницю кількість вільних пар. Вважаємо за доцільне далі замість кількості вільних пар ланцюга використати поняття кількості виходів ланцюга δ . Враховуючи відмічене, можна записати:

$$\gamma = \delta + \alpha. \quad (9)$$

На цій підставі третім необхідним критерієм відмінності ланцюгів повинно використовуватися кількість виходів групи δ . Ця кількість позначається буквою r , а кількість замкнутих змінюваних контурів - буквою m . З (9) також видно, що зв'язок між δ і α (r і m) цілком визначена. Як показано в [2] кількість δ (r) не може бути менше ($r = 2$) і тоді цьому критерію може бути заданий повний діапазон значень від $\delta = 2$ до $\delta = \gamma$. Наступним важливим і необхідним параметром класифікації груп є складність введеного в ланцюг змінюваного замкнутого контуру α_i , де i - кількість сторін контуру.

Абсолютно очевидно, що в плоских важливих ланцюгах i не може бути прийнято менше 4, а максимальна кількість i не може бути більше за кількість ланок ланцюга що використовуються, і тоді критерієм класифікації стає параметр α_i , що набуває значень від α_4 до α_n .

Відмітимо ще одну важливу обставину. Якщо в залежності (2) підставити p і n (3), врахувати формулу (8), то після перетворень можна показати, що мінімальна кількість змінюваних замкнутих контурів в групі (α_{\min}) через τ визначиться залежністю:

$$\alpha_{\min} = (\tau - 3) + (\tau - 4)n_{\tau-1} + \dots + (i - 3)n_i + \dots + n. \quad (10)$$

З (10) слідує важливий висновок про те, що групи Ассура з $\tau > 3$ не можуть бути створені без змінюваних замкнутих контурів. Вже при $\tau = 4$ будь-яка група Ассура містить у своєму складі принаймні один змінюваний контур, при $\tau = 5$ таких контурів мінімум два, при $\tau = 6$ - мінімум три і так далі. У рядках, де використовуються чотирипарні ланки, обов'язково є присутнім один контур, в групах з п'ятипарними ланками показано по два контури, а в групах з мінімальною кількістю контурів - три.

У тому випадку, коли в ланцюзі з'являються декілька замкнутих змінюваних контурів $\alpha_i = \gamma - \delta$, не можна не враховувати різну можливу складність цих контурів. При двох змінюваних контурах це може бути α_4 і α_4 , α_4 і α_5 , α_4 і α_6 , α_5 і α_5 і так далі. При трьох контурах може бути α_4 , α_4 , α_4 або α_4 , α_4 , α_5 і так далі. Ігнорувати ці відмінності між групами немає розумних підстав. Тому наступним критерієм відмінності груп повинен використовуватися критерій, що визначає відмінності в складності утворених в них змінюваних замкнутих контурів при їх кількості більше за один. Позначимо цей параметр як $\sum \alpha_i$. Межі цієї суми можуть змінюватися від $\sum \alpha_4$ до $\sum \alpha_n$. Наступним важливим критерієм відмінності груп Ассура один від одного повинно прийматися кількість сторін ланок груп λ . У плоских кінематичних ланцюгах, ланки яких сполучені в шарніри, будь-яка двохпарна ланка має дві сторони, трьохпарна ланка - три сторони, чотирипарна - чотири і так далі. Тоді загальна кількість сторін усіх ланок, що утворюють кінематичний ланцюг, визначиться залежністю:

$$\lambda = \sum_2^{\tau} j n_j, \quad (11)$$

де j - кількість сторін j - парної ланки, n_j - кількість j - парних ланок.

Оскільки номенклатура ланок (розряд R по [2]) заздалегідь відома, то визначити загальну кількість сторін ланок ланцюга (11) не представляє складності. Так, у десятиланковій групі Ассура з $R=64000$, $\lambda = 2 \cdot 6 + 3 \cdot 4 = 24$, у чому можна переконатися, побудувавши нормальну десятиланкову групу і перерахувавши сторони ланок.

Введення одного змінюваного замкнутого контуру в ланцюг збільшує λ на одиницю. Так, в рядку 24 [2] значиться розряд 55000 і вказано, що в цьому ланцюзі один змінюваний замкнутий контур.

Для цієї групи по (11) отримаємо $\lambda = 2 \cdot 5 + 3 \cdot 5 = 25$, тобто кількість сторін збільшилося на одиницю. Розглянемо ще перший рядок (табл. 5) [2], там позначений розряд 28000 і відмічено, що в цьому ланцюзі чотири змінювані замкнуті контури. По (11) для неї отримаємо $\lambda = 2 \cdot 2 + 3 \cdot 8 = 28$, тобто кількість сторін збільшилося рівно на кількість створених змінюваних замкнутих контурів. Вже на цій підставі можна записати, що сумарна кількість сторін λ_c плоского кінематичного ланцюга завжди є:

$$\lambda_c = \lambda + \alpha. \quad (12)$$

У кінематичних ланцюгах зі змінюваними замкнутими контурами частина сторін ланок стає внутрішньою λ_e , а інші зовнішніми λ_n . Очевидно, що:

$$\lambda_c = \lambda_e + \lambda_n. \quad (13)$$

Кількість внутрішніх сторін легко прораховується через кількість і вид побудованих змінюваних контурів по залежності:

$$\lambda_b = \sum_4^{i_{\max}} i \alpha_i \quad (14)$$

Вище нами було показано, що мінімальна кількість сторін рухливого змінюваного замкнутого контуру не може бути менше $i = 4$, а i_{\max} обмежується кількістю ланок групи. Віднімаючи від сумарної кількості сторін ланцюга λ_c кількість внутрішніх сторін λ_e є можливість отримати кількість зовнішніх сторін λ_n , що залишається, тобто:

$$\lambda_n = \lambda_c - \lambda_e. \quad (15)$$

Оскільки, залежно від конкретної кількості α_i і їх виду параметр λ_e виявляється змінним, що змінюється по кількості, то змінним буде і кількість λ_n зовнішніх сторін ланцюга, і ця кількість може бути по різному розподілена між виходами ланцюга. Умовно позначимо цей класифікаційний критерій, як $\frac{\lambda_n}{\delta}$ і з логічних міркувань обмежимо мінімальну "дистанцію" між виходами цифрою 3. Наявність

саме трьох ланок між виходами гарантує цій групі працездатність, якщо навіть група з цими виходами буде замкнута на стійку - на нерухомому ланку. Залежно від кількості δ і кількості λ_n можливі різні варіанти дистанцій між виходами, що дозволяє знаходити групи Ассура, що відрізняються.

Звернемося до восьмиланкових груп, що відповідають розряду 2600 [2]. У цьому рядку показано, що кількість виходів груп $\delta = r = 2$, а змінюваних замкнутих контурів в групі $\alpha = m = 3$, і всього таких груп 19. Заданий розряд дозволяє по формулі (11) знайти сумарну кількість сторін ланцюга

$$\lambda_c = 2 \cdot 2 + 6 \cdot 3 = 22.$$

Створимо групу, у якої усі змінювані замкнуті контури будуть чотирикутними, тобто α_4 , α_4 і α_4 . По (14) знайдемо, що

$$\lambda_b = 4 \cdot 3 = 12,$$

тоді по (15) кількість зовнішніх сторін буде $\lambda_n = 22 - 12 = 10$. Між двома виходами ця кількість може бути представлена дистанціями 3-7, 4-6, 5-5. Це дозволяє з 19-ти груп, ідентифікувати групи, що відрізняються по розглянутому параметру групи.

Усі обґрунтовані вище класифікаційні параметри (критерії) об'єднаємо в табл. 1

Необхідно відмітити, що усі ці класифікаційні параметри є необхідними для ідентифікації різноманіття груп, але не можна стверджувати про їх повну достатність. Досвід показує, що вони цілком достатні для умов, коли n від 4 до 8. При $n > 8$ можлива поява необхідності введення додаткових класифікаційних параметрів, наприклад таких, як послідовність розташування замкнутих змінюваних контурів по складності в групах при кількості контурів більше трьох, в цьому випадку можливі відмінності у вигляді α_4 , α_5 , α_6 , α_4 або α_4 , α_5 , α_6 , α_5 .

У [2], групи по розрядах 240 і 330 виявилися такими, що не мають відмінностей один від одного, кожна з груп отримала значну відмінність від інших.

Таблиця 1

Класифікаційні параметри (критерії) плоских шарнірних груп Ассура

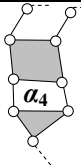
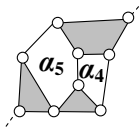
№ з/п	Класифікаційний параметр	Позначення параметра	Межі зміни параметра
1	Кількість ланок груп	n	від $n = 4$ до n_{max} Навряд чи є практичний сенс вивчати групи з $n > 10$.
2	Складність базисної ланки групи	τ	від $\tau = 3$ до τ_{max} . При цьому $\tau_{max} = \frac{n+2}{2}$.
3	Кількість виходів групи (Кількість змінюваних замкнутих контурів в групі)	$\delta (\alpha)$	від $\delta = 2$, до $\delta = \gamma$, де γ кількість гілок ланцюга, $\gamma = \frac{n+2}{2}$ $\alpha = \gamma - \delta$, $\alpha_{max} = \gamma - 2$.
4	Складність замкнутих контурів в групі що використовуються	$\sum \alpha_i$	від $\sum \alpha_4$ до $\sum \alpha_n$
5	Сумарна кількість сторін групи	λ_c	від $\lambda_c = \lambda = \sum_2^r jn_j$ до $\lambda_c = \lambda + (\gamma - 2)$
6	Кількість зовнішніх сторін груп	λ_n	від $\lambda_n = \lambda_c$ до $\lambda_n = \lambda_c - \lambda_{vmax}$
7	Кількість сторін груп між виходами	$\frac{\lambda_n}{\delta}$	Мінімальна дистанція між виходами - три ланки.

Таблиця 2

Склад плоских шести ланкових шарнірних груп Ассура ($n = 6, p = 9, \gamma = 4$)

№ з/п	Розряд групи	Базисна ланка	Кількість виходів (кількість замкнутих контурів)	Складність контуру	Сумарна кількість сторін	Кількість внутрішніх сторін	Кількість наружних сторін	Кількість сторін між виходами	Схема групи			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
	R	τ	$\frac{\delta}{\alpha}$	$\sum \alpha_i$	λ_c	λ_v	λ_n	$\frac{\lambda_n}{\delta}$				
1	420	3	4/0	-	14	0	14	3-4-3-4				
2	330			α_4				15	4	11	3-3-5	
3											3-4-4	
4											α_5	5
5	240		2/2	$\alpha_4 + \alpha_4$	16	8	8	3-3-3				
6								3-5				
7								4-4				
8								$\alpha_4 + \alpha_5$	9	7	3-4	

Продовження таблиці 2

9	41 1	4	3/1	α_4	15	4	11	3-4-4	
10	32 1		2/2	$\alpha_4 + \alpha_5$	16	9	7	3-4	

Висновки

В даній статті була приведена повна класифікація восьми ланкових плоских груп відповідно до викладеного алгоритму класифікації.

Список використаної літератури

1. Артоболевский И.И. Синтез плоских механизмов. // И.И. Артоболевский, И.И. – М.: Физматгиздат, 1967. -720 с.
2. Пейсах Э.Е. Классификация плоских групп Ассур // Теория механизмов и машин. 2007. №1(9). Том 5. – С. 5-17.
3. Озол О.Г. Основы конструирования и расчеты механизмов. – Рига: «Звайгзне», 1979. – 288 с.
4. Дворников Л.Т. Новые формализации в структуре механизмов // Известия ВУЗов «Машиностроение». – 1993. – №1. – С. 3-8.
5. Кожевников С.Н. Теория машин и механизмов – М., Машиностроение 1973.-592 с.

ТЕХНОЛОГІЯ ЛЕГКОЇ І ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 637.78:57

В.Г. БУРАК, Н.В. НОВІКОВА
ДВНЗ «Херсонський державний
аграрний університет»

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА М'ЯСНИХ ОХОЛОДЖЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ НА БЕЗПЕЧНІСТЬ ПРОДУКЦІЇ ВІДПОВІДНО ПРИНЦИПІВ НАССР

Впровадження принципів НАССР в умовах виробництва м'ясних напівфабрикатів вимагає поглибленого розуміння факторів та їх взаємного впливу на безпечність і якість продукції на кожному етапі технологічного процесу.

Виміряно та проінтерпретовано параметри м'ясної сировини і напівфабрикатів: температура, рН, мікробіологічні, фізико-хімічні показники.

Доведено, що швидкість зростання мікроорганізмів для всіх зразків м'ясних продуктів знаходиться у тісному прямому зв'язку з величиною їх рН.

Згідно серії експериментів науково-дослідної роботи доведено, що у тісному прямому зв'язку із швидкістю зростання мікроорганізмів м'ясного продукту знаходиться величина його рН для усіх зразків напівфабрикатів. І чим вище було початкове значення рН, тим швидше збільшувалася кількість мікроорганізмів, що сприяло прояву органолептичних ознак псування.

Аналіз результатів дослідження показників м'ясної сировини і зразків м'ясних напівфабрикатів показав, що експериментальна температура і тривалість знаходження при ній м'ясної сировини не зробили істотного впливу на фізико-хімічні показники зразків м'ясних напівфабрикатів в процесі їх зберігання.

Доведено, що рівняння Ареніуса можливо застосовувати для прогнозування терміну придатності м'ясних продуктів, ґрунтуючись на показниках температури, рН і первинного мікробіологічного забруднення сировини. Запропоновано виробництву для математична модель прогнозування біологічних ризиків виробництва.

Ключові слова: м'ясна сировина, осолоджені м'ясні напівфабрикати, параметри технологічного процесу, мікробіологічна безпека, показники якості.

В.Г. БУРАК, Н.В. НОВІКОВА
ГВУЗ «Херсонский государственный
аграрный университет»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЯСНЫХ ОХЛАЖДЕННОЙ ПОЛУФАБРИКАТОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКЦИИ СООТВЕТСТВУЮЩИХ ПРИНЦИПОВ НАССР

Внедрение принципов НАССР в условиях производства мясных полуфабрикатов требует углубленного понимания факторов и их взаимного влияния на безопасность и качество продукции на каждом этапе технологического процесса.

Измерения и проинтерпретировано параметры мясного сырья и полуфабрикатов: температура, рН, микробиологические, физико-химические показатели.

Доказано, что скорость роста микроорганизмов для всех образцов мясных продуктов находится в тесной прямой связи с величиной их рН.

Согласно серии экспериментов научно-исследовательской работы доказано, что в тесной прямой связи со скоростью роста микроорганизмов мясного продукта находится величина его рН для всех образцов полуфабрикатов. И чем выше было начальное значение рН, тем быстрее увеличивалось количество микроорганизмов, способствовало проявлению органолептических признаков порчи.

Анализ результатов исследования показателей мясного сырья и образцов мясных полуфабрикатов показал, что экспериментальная температура и продолжительность нахождения при

ней мясной сырья не оказали существенного влияния на физико-химические показатели образцов мясных полуфабрикатов в процессе их хранения.

Доказано, что уравнения Аррениуса можно применять для прогнозирования срока годности мясных продуктов, основываясь на показателях температуры, pH и первичного микробиологического загрязнения сырья. Предложено производству для математическая модель прогнозирования биологических рисков производства.

Ключевые слова: мясное сырье, осоложенное мясные полуфабрикаты, параметры технологического процесса, микробиологическая безопасность, показатели качества.

V. BURAK, N. NOVIKOVA
SHEI "Kherson State Agrarian University"

RESEARCH ON THE EFFECTS OF THE PARAMETERS OF THE TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF MEAT COOLED SEMI-FABRICATES ON PRODUCT SAFETY IN ACCORDANCE WITH HACCP PRINCIPLES

The introduction of HACCP principles in the production of meat semifinished products requires an in-depth understanding of the factors and their mutual influence on the safety and quality of products at each stage of the technological process

Measured and interpreted parameters of meat raw materials and semi-finished products: temperature, pH, microbiological, physical and chemical indices.

It is proved that the rate of growth of microorganisms for all samples of meat products is in close direct relation with the value of their pH.

According to a series of research experiments, it is proved that in a close direct relation with the growth rate of microorganisms of the meat product there is a value of its pH for all samples of semi-finished products. And the higher the initial value of pH, the faster the number of microorganisms increased, which contributed to the manifestation of organoleptic signs of deterioration.

The analysis of the results of the study of the indicators of meat raw materials and samples of meat semifinished products showed that the experimental temperature and the length of time during which the meat raw material was found did not have a significant effect on the physical and chemical parameters of samples of meat semifinished products during their storage.

It is proved that the Arrhenius equation may be used to predict the shelf life of meat products based on temperature, pH and primary microbiological contamination of raw materials. Proposed for production for a mathematical model of forecasting of biological risks of production.

Keywords: meat raw materials, cold meal semi-finished products, technological process parameters, microbiological safety, quality indices.

Постановка проблеми

У результаті технологічного та соціально-економічного розвитку розвинутих країн у харчовій галузі було накопичено і реалізовано значну кількість концепцій і підходів, які дозволяють управляти безпекою, стабільністю і якістю м'ясної сировини і продуктів її переробки. Серед них: бар'єрні технології, нормування параметрів технологічних процесів (GMP), система HACCP і ISO 22000, прогностична мікробіологія та ін [2].

Концепція HACCP отримала закріплення у законодавчій базі Європи, Азії і України: Codex Alimentarius, директива № 852 ЄС, ДСТУ 51705.1 - 2001, ISO 22000 (ДСТУ ISO 22000 - 2007), «Про безпеку харчової продукції», International Food Standard (IFS), Food safety system certification (FSSC 22000), Safe Quality Food (SQF), British Retail Consortium Food Standard (BRC) [2], [3].

Система HACCP має випереджувальний характер і спрямована на усунення або зниження до прийняттого рівня в процесі виробництва можливості дії небезпечних чинників і ризиків, здатних завдати шкоди здоров'ю кінцевому споживачеві [1], [2]. Це принципово відрізняє HACCP від попередніх систем, побудованих на контрольних діях і використовуваних в харчовій промисловості.

В основу концепції HACCP покладено сім принципів [2], [3]: визначення небезпечних чинників і аналіз ризиків, встановлення критичних контрольних точок, встановлення критичних меж, визначення системи моніторингу, розробка дій, що корегують, документування інформації, розробка і впровадження процедур верифікації в критичних контрольних точках.

Застосування вищевказаного інструменту вимагає глибокого розуміння сутності їх механізмів і повної переорієнтації виробництва на попереджувальні заходи.

Серед особливостей підприємств малого і середнього бізнесу, які працюють з необробленими продуктами тваринного походження у європейських країнах і України слід вказати значну роль ручної праці, низьку стандартизованість технологічних операцій обробки і переробки сировини, складність і

економічну невиправданість автоматизації технологічних процесів і комп'ютерних програм управління виробництвом. В той же час, впровадження системи НАССР вимагає сучасних випереджувальних управлінських рішень на всіх рівнях.

До найбільш поширених способів прогнозування відносять: математичне моделювання і прогнозування, експертне прогнозування, метод сценаріїв та ін. [4]. У м'ясній промисловості України набули поширення дослідницькі роботи з побудови та використання функціональних математичних моделей для прогнозу зростання мікроорганізмів.

Наукове обґрунтування різних способів моделювання ґрунтується на припущенні, що закономірності розвитку, розмноженні, виживання і загибель мікроорганізмів можуть бути виражені і розраховані за допомогою формул і рівнянь, що враховують специфічний комплекс параметрів виробничого і умов зовнішнього середовища. Розробка подібних попереджувальних моделей дозволяє встановити рівень безпеки харчового продукту в процесі його виробництва на всіх стадіях від моменту отримання сировини до реалізації і вживання готової продукції.

Проте єдиної, визнаної та затвердженої моделі, або розробленої з урахуванням специфіки конкретного підприємства і апробованої в промислових масштабах нині немає.

Тому наукові дослідження, спрямовані на пошук функціонального зв'язку факторів ризику і безпечності продукції м'ясної сировини є актуальними і затребуваними для підприємств середнього і малого бізнесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Однією з головних причин виникнення псування охолодженого м'яса є результати життєдіяльності, що розвиваються на ньому психотрофних мікроорганізмів. Ця група мікроорганізмів розмножується при температурі 7 °С або нижче, а при значеннях температури 30 °С може викликати біохімічні зміни в м'ясі, що супроводжується в зміні запаху, кольору і зовнішнього вигляду в цілому. Відхилення за запахом сприймається, у разі кількості мікробних клітин 10^7 на 1 см^3 , утворення слизу спостерігається з 10^8 бактерій/ см^2 . Швидкість появи псування залежить від трьох основних чинників: кількості мікроорганізмів, що беруть участь, і їх виду, властивостей (якості) м'яса і температури [6].

Істотне значення на міру мікробного обсіменіння робить також величина рН м'яса, яка залежить від вмісту глікогену в м'язовій тканині. В процесі дозрівання м'яса відбувається розкладання глікогену з утворенням молочної кислоти, внаслідок чого рН знижується. Останнім часом спостерігається поява сировини з нетрадиційними якісними характеристиками із-за порушення процесів під час автолізу. Загальноприйнято м'ясо класифікувати на три категорії: PSE (бліде, м'яке, ексудативне) < 5,6; NOR = RFN (червонясто-рожеве, тверде, неексудативне) понад 5,6 до 6,2 і DFD (темне, тверде, сухе) > 6,2. Для надійнішої оцінки якості свинини введені додаткові дві категорії, до яких відносяться RSE (червонясто-рожеве, тверде, ексудативне) < 6,0 і PFN (бліде, тверде, неексудативне) < 6,0. Наприклад, попри те, що м'ясо - DFD є найсприйнятливішим для появи запаху псування внаслідок розпаду амінокислот м'ясо - PSE найбільш схильне до погіршення зовнішнього вигляду [5].

Знаючи величину рН, можна виділити оптимальні напрями використання м'ясної сировини в процесі промислової переробки, що забезпечить великі технологічні і економічні переваги [3].

Зв'язок між кількістю мікроорганізмів в м'ясі і псуванням складний, оскільки залежить від виду і активності присутніх мікроорганізмів, від стану сировини і зовнішніх умов. Чим нижче початковий рівень обсіменіння, тим довше мікробне псування не стає явним [3].

Групи продуктів харчування в охолодженому стані можуть бути мікробіологічно стабільні і безпечні тільки при строгому контролі над умовами виробництва і зберігання.

Безпека продукту ґрунтується на зберіганні його при як можна нижчій температурі, що дозволяє виключити можливість зростання мікроорганізмів, що потенційно можуть привести до псування продукту. Цей принцип повинен проходити через увесь технологічний ланцюжок приготування охолоджених м'ясних продуктів [7].

Для охолоджених м'ясних продуктів зростання кількості патогенних мікроорганізмів, що продукують токсини, більшою мірою залежить від температури і часу [2]. Це призводить до псування продукту, який на вигляд і смак може виглядати задовільно. З метою зменшення можливості псування продукту мікроорганізмами і їх токсинами, усіма учасниками харчового ланцюжка, починаючи від пунктів забою продуктивних тварин до кінцевого споживача, потрібно суворе дотримання встановлених температуро - тимчасові режими.

Окрім процесів забезпечення безпеки, підприємства зацікавлені в управлінні ризиками, що впливають на якість продукції, яку підрозділяють на нутритивні (поживні), сенсорні, технологічні [7]. В процесі здійснення управління ризиками якості дотримуються запланованої послідовності дій.

На першому етапі проводиться фіксація ризиків якості, тобто обмежується кількість виявлених ризиків на основі принципу «розумна достатність». Для цього використовується анкетування фахівців, а також враховується досвід ведення схожих проектів [6]. Розглядаючи ризик з позиції управлінської діяльності: суб'єктивних і об'єктивних чинників, що впливають на збільшення значення ризику,

наявності невизначеності, необхідності вибору альтернатив і можливості кількісної і якісної оцінки вірогідності реалізації ризику, ідентифікують процеси, які більшою мірою перешкоджають досягненню цілей і схильні до ризику [8].

На другому етапі здійснюється кількісна оцінка ризиків, яка виражається абсолютним або відносним рівнем витрат і вимірюється поєднанням вірогідності реалізації ризику і мірою впливу його у разі виникнення. Для визначення цих показників використовують наступне ділення: низький, середній і високий [4].

З метою визначення міри впливу застосовують декілька методів: 1) розраховують тяжкість наслідків або значущість ризику; 2) розраховують міру втрат від планової величини прибутку в відсотках.

Управління ризиками якості здійснюється з використанням загальноприйнятих і закладених в основу виробництва продукту попередніх програм, орієнтованих на стандартизацію смакових, візуальних характеристик продукту. Підтримка стабільності показників якості і безпеки продукту можливо тільки при неухильному дотриманні супутніх програм. Забезпечення цих показників розглядають у рамках кращих практик, таких як належна гігієнічна практика (GHP - Good Hygiene Practice), належна виробнича практика (GMP – Good Manufactured Practice), належна сільськогосподарська практика (GAP - Good Agriculture Practice), належна ветеринарна практика (GVP - Good Veterinary Practice) [6].

Дотримання вимог програм попередніх умов особливо важливе при виробництві харчових продуктів, що вимагають додаткову термічну обробку в домашніх умовах. До таких продуктів відносяться, зокрема, напівфабрикати в охолодженому і замороженому стані. Їх збереження і безпека залежить від багатьох чинників, починаючи з умов вирощування худоби, закінчуючи реалізацією готового продукту. На кожному етапі виробництва, зберігання, перевезення, реалізації і споживання потрібно чітко наслідування встановлених правил. До них можна віднести дотримання низької температури в приміщеннях переробки і зберігання м'ясної сировини, забезпечення низьким початковим обміненням, контроль за рН, високі гігієнічні стандарти виробничих приміщень і устаткування, застосування процесного підходу і аналізу виникнення ризиків [1].

Сучасні тенденції розвитку харчової промисловості орієнтують на збільшення термінів зберігання продукції саме в охолодженому вигляді, а це у свою чергу вимагає посилення режимів в холодильному ланцюзі в частині зниження температури зберігання продукції і стабільності її підтримки [2; 6]. Таким чином, дуже важливим є розгляд технологічних процесів в сукупності з параметрами процесів і дотриманням санітарно-гігієнічними норм при виробництві стосовно охолоджених продуктів харчування. Не кожне поліпшення технології приносить з собою просування в області санітарії і гігієни.

Проте, строге розділення між «брудною» і «чистою», «мокрою» і «сухою», «теплою» і «холодною» зонами, використання митті, що добре піддаються, і дезінфекції машин і установок, чітко організована схема руху сировини і персоналу, застосування ефективних засобів дезінфекції кваліфікованими співробітниками і інше є обов'язковою умовою для вироблення безпечного і якісного продукту [5].

Частенько зробити одиничні дії, що управляють, для повного виключення ризику не представляється можливим, недостатньо або економічно не доцільно. У таких випадках застосовуються системи бар'єрних технологій [8].

Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є визначення сукупного впливу параметрів технологічного процесу переробки м'ясної сировини на мікробіологічні показники безпеки та фізико-хімічні і органолептичні показники якості продуктів переробки сировини – м'ясних напівфабрикатів і застосування математичних методів прогнозування виникнення ризиків мікробіологічної небезпеки при переробці м'ясної сировини (напівтуші свинини) в умовах підприємства приватного бізнесу на основі одержаних експериментальних даних.

Об'єкти дослідження: м'ясна сировина (свинина охолоджена в напівтушах) та продукція її переробки на всіх етапах виробничого циклу на ПП Урсуленко О.А. (м. Херсон):

- шийка свиняча у вакуумній упаковці, охолоджена;
- свинина духова у вакуумній упаковці, охолоджена;
- свина лопатка без кості (яка використовується для жарки, варки тушкування);

Предмет досліджень: показники мікробіологічної безпеки і якості м'ясної сировини та напівфабрикатів з неї; фізико-хімічні параметри технологічних процесів обробки і переробки м'ясної сировини.

Методи досліджень: фізико-хімічні і мікробіологічні, математичне моделювання, прогнозування, аналіз і синтез.

Викладення основного матеріалу дослідження

Науково-дослідна робота була проведена на виробничій базі ПП «Урсуленко». Основна продукція - заморожені напівфабрикати. У секторі виробництва швидкозамороженої продукції «hand-

made» приватний підприємець Урсуленко О.А. має статус лідера Херсона і Херсонської області. Асортимент підприємства що налічує понад 50 найменувань і постійно зростає.

Вхідний контроль сировини і виробництва продукції у трьох цехах здійснюється трьома акредитованими у ДЦСМС лабораторіями. У асортиментному портфелі підприємства є торгові марки, які підприємство планує експортувати до європейських країн. Тож, впровадження системи НАССР для даного підприємства – питання стратегічне.

Серія експериментів науково-дослідної роботи полягала в наступному Після забою м'ясна сировина у вигляді напівтуш розмішувалася в камерах охолодження на 24 години з температурою 0-1 °С. За планом досліджень здійснювалися виміри температури сировини, рН, аналіз мікробіологічних і фізико-хімічних показників.

Натуральні напівфабрикати. Це шматки м'ясної м'якоті різної маси, очищені від сухожиль і грубих поверхневих плівок. До натуральних дрібношматкових напівфабрикатів відносяться також мясокостний шматочки м'яса з певним змістом кісток. Для порційних паніровані напівфабрикатів шматки м'яса злегка відбивають для розпушування тканин і обвалюють у дрібнопорізані сухарях з білого хліба для збереження м'ясного соку. Напівфабрикати випускають охолодженими або замороженими. Сировиною є м'ясо в охолодженому або замороженому стані. Не використовується м'ясо биків, кнурів, баранів, м'ясо, заморожене більше одного разу, і м'ясо худе.

Порційні напівфабрикати. Порційними напівфабрикатами називаються м'ясні вироби, порція яких складається з одного або двох шматків, приблизно однакових за масою і розміром. Отримують з великошматкових напівфабрикатів або окремих частин туші.

Для забезпечення якості продукції порційні натуральні напівфабрикати нарізають поперек волокон, перпендикулярно до волокон або під кутом 45°. Нарізка поперек волокон зберігає товарний вид напівфабрикату, при транспортуванні та зберіганні в сирому вигляді він менше деформується, при тепловій обробці має більш високу в'язкість, а, отже, менше втрачає м'ясний сік, виходить більш соковитою і смачною.

Сучасна технологія дозволяє виробляти раціональну нарізку сировини для отримання максимальної кількості порційних напівфабрикатів, а з залишків сировини виготовляти дрібношматкових М'якотний напівфабрикати. Нарізка порційних напівфабрикатів здійснюється вручну або на спеціальних машинах.

М'ясо охолоджують у спеціальних камерах при температурі близько 0 °С і високій відносній вологості. Охолодження починають при негативній температурі, потім у міру охолодження м'яса температуру повітря підвищують. Охолодження закінчують при досягненні температури в товщі м'яса від 0 до 4°С.

При охолодженні м'яса, яке триває від 16 до 30 год, відбуваються фізичні та біохімічні процеси.

У результаті біохімічних процесів м'язова тканина дещо скорочується, втрачає еластичність і стає пружною. Поверхня тканини стає більш яскравою внаслідок переходу міоглобіну в оксимиоглобін.

Фізичні процеси проявляються у усушці м'яса. Втрати маси м'яса за рахунок випаровування вологи становлять залежно від способів охолодження від 1 до 2,8%. Правильно охолоджене м'ясо характеризується наявністю скоринки підсихання, колір охолодженої яловичини яскраво-червоний, свинини блідо-рожевий і баранини темно-червоний. М'ясо яловичини має специфічний запах, свинина майже не має запаху. Консистенція усіх видів м'яса пружна, м'язи при легкому натисканні не виділяють м'ясного соку.

Охолоджене м'ясо спрямовується переважно в роздрібну торгівлю, а також використовується у виробництві варених ковбасних виробів і рубаних напівфабрикатів.

При зберіганні охолодженого м'яса необхідно підтримувати його температуру на постійному рівні. Коливання температури навколишнього повітря призводить до погіршення якості, збільшення втрат і значно скорочує тривалість зберігання м'яса у зв'язку з конденсацією вологи на його поверхні. Навіть невелика зміна температури повітря при високій відносній вологості достатньо для досягнення точки роси і зволоження поверхні туш. При зберіганні м'яса відбувається деяке випаровування вологи, але цей процес небажаний. Для зниження втрат на випаровування вологи зменшують циркуляцію повітря. Однак мала циркуляція призводить до застою повітря та розвитку мікробіологічних процесів-ослизнення і пліснявіння м'яса. Тому інтенсивність циркуляції повітря створюють таку, щоб уповільнити розвиток мікробів. Рекомендують зберігати охолоджене м'ясо при температурі 0°С, відносній вологості 80-85% і циркуляції повітря в межах 0,1 м / с. При цих умовах тривалість зберігання яловичини до 15-20 діб, а свинини і баранини - до 10-15 діб.

Втрати маси м'яса залежать не тільки від температурного та вологого режиму, але і його виду, вгодності і питомої поверхні. Туші м'яса, покриті шаром жиру, менше випаровують вологи, м'ясо в дрібних відрубках, маючи велику питому поверхню, більше випаровує вологи. Туші м'яса високої вгодності і з меншою питомою поверхнею зберігаються більш тривалий період.

Щодо обмежений термін зберігання охолодженого м'яса викликає необхідність його заморожування. Тривале зберігання замороженого м'яса можливе при температурах нижче - 10 °С. Заморожують охолоджене або без попереднього охолодження м'яса. Виробництво і зберігання замороженого м'яса пов'язане з додатковими витратами на заморожування і підтримку необхідних умов зберігання. Крім того, при заморожуванні і зберіганні неминучі втрати м'яса. М'ясо напівтуш охолоджували у спеціальних камерах при температурі близько 0 °С і високій відносній вологості. Охолодження починали при негативній температурі, потім у міру охолодження м'яса температуру повітря підвищували. Охолодження закінчували при досягненні температури в товщі м'яса від 0 до 4°С.

На наступному етапі партія м'ясної сировини була розділена на три частини, кожна з яких розміщувалася на 2 години в різних температурних умовах: при +1,5 °С (експериментальна партія № 1); при + 8 °С (експериментальна партія № 2); при +16 °С (експериментальна партія № 3). Одразу після цього були зроблені повторні дослідження за тими ж показниками.

Для забезпечення якості продукції порційні напівфабрикати нарізали поперек волокон, перпендикулярно до волокон або під кутом 45°. Нарізка поперек волокон зберігає товарний вид напівфабрикату. При транспортуванні та зберіганні в сирому вигляді він менше деформується. При тепловій обробці напівфабрикат має вищу вологов'язуючу здатність, а, отже, менше втрачає м'ясний сік, залишається більш соковитим і смачним.

З метою вивчення сукупного впливу різних температурних режимів і тривалості зберігання та величини рН м'ясної сировини були виділені по два види порційних напівфабрикатів з шийної і лопатки частин, позначені як зразок № 1 (шийка свиняча) і зразок № 2 (свинина духова). Зразки упаковувалися в пакети з поліетилену під вакуумом для подальшого зберігання при температурі +4+6 °С і досліджень.

Мікробіологічний аналіз охолоджених зразків напівфабрикатів проводили на 3, 5, 7, 10 діб зберігання за показниками, регламентованими єдиними санітарними вимогами (загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, бактерії групи кишкової палички, *Salmonella*, дріжджі, плісняві), рН. В ході науково-дослідної роботи було проведено сортування і відбиралися напівтуші свинини з величиною рН від 5,6 до 6,2. Експеримент проводили у п'ятикратній повторності.

Розглянемо результати впливу температури на динаміку зростання мікроорганізмів в м'ясній сировині і напівфабрикатах під час зберігання.

На початок експерименту температура напівтуш складала 1+0,5 °С. В результаті розміщення м'ясної сировини на 2 години при температурі доквілля +1,5 °С; +8 °С; +16 °С, температура поверхневих шарів виросла і досягла в експериментальній групі № 2 +6,5 °С ± 0,5, в експериментальній групі № 3 +11,2°С ± 0,5. У експериментальній групі № 1 температура не змінилася.

При цьому загальне мікробне число на поверхні сировини в 2 і 3 групі збільшилося в 1,5 - 2 рази, і склало $2,2 \cdot 10^2$ і $3,4 \cdot 10^2$ відповідно проти початкового $1,8 \cdot 10^2$. Кількість МАФАНМ (мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів) в м'ясній сировині експериментальної групи № 1 склало $1,6 \cdot 10^2$.

Результати бактеріологічних досліджень на БГКП (бактерій групи кишкової палички), *Salmonella* і *L. monocytogenes* не виявили їх наявності. Зростання дріжджів і плісень також було відсутнє. Результативні дані за хімічними і фізичними показниками початкової м'ясної сировини представлені в табл. 1.

Таким чином, первинна характеристика сировини не виходила за нормовані межі, за виключення частини напівтуш, що мають ознаки DFD (високим кінцевим рН).

При дослідженні упакованих напівфабрикатів (шийка свиняча і свинина духова) на мікробіологічні показники в ході зберігання, в 20% випадків були виявлені БГКП (бактерії групи кишкової палички). Найбільш поширений розвиток умовно-патогенної мікрофлори було у випадках використання м'ясної сировини також з високим значенням рН і при експериментальній температурі більше +8 °С. Цей факт свідчить про збільшення ризику контамінації продуктів і розвитку БГКП зі збільшенням температури у виробничих приміщеннях і за наявності рН вад сировини.

У продуктах, виготовлених з м'ясної сировини з високим рН і при температурі +8 °С в 20% випадків були виявлені БГКП: в обох зразках напівфабрикатів, виготовлених з сировини експериментальної групи № 2 на 10 добу зберігання; у обох зразках напівфабрикатів, виготовлених з сировини експериментальної групи № 3 на 5, 7 і 10 добу (табл. 3.3).

Аналіз результатів дослідження показників м'ясної сировини і зразків м'ясних напівфабрикатів показав, що експериментальна температура і тривалість знаходження при ній м'ясної сировини не зробили істотного впливу на фізико-хімічні показники зразків м'ясних напівфабрикатів в процесі їх зберігання.

Таблиця 1

**Узагальнені фізико-хімічні показники м'ясної сировини
за результатами експерименту**

Показник	Група № 1	Група № 2	Група № 3
Масова доля вологи, %	66,62 ± 0,04	65,05 ± 0,07	60,55 ± 0,06
Масова доля білку, %	17,33 ± 0,14	17,55 ± 0,09	17,12 ± 0,12
Масова доля жиру, %	16,26 ± 0,06	17,50 ± 0,04	22,65 ± 0,07
Величина рН в області лопатки	5,81	6,21	5,82
Величина рН в області шиї	5,81	6,2	5,7

При дослідженні упакованих напівфабрикатів (шийка свиняча і свинина духова) на мікробіологічні показники в ході зберігання, в 20% випадків були виявлені БГКП (бактерії групи кишкової палички). Найбільш поширений розвиток умовно-патогенної мікрофлори було у випадках використання м'ясної сировини також з високим значенням рН і при експериментальній температурі більше +8 °С. Цей факт свідчить про збільшення ризику контамінації продуктів і розвитку БГКП зі збільшенням температури у виробничих приміщеннях і за наявності рН вад сировини.

У продуктах, виготовлених з м'ясної сировини з високим рН і при температурі +8 °С в 20% випадків були виявлені БГКП: в обох зразках напівфабрикатів, виготовлених з сировини експериментальної групи № 2 на 10 добу зберігання; у обох зразках напівфабрикатів, виготовлених з сировини експериментальної групи № 3 на 5, 7 і 10 добу (табл. 2).

Аналіз результатів дослідження показників м'ясної сировини і зразків м'ясних напівфабрикатів показав, що експериментальна температура і тривалість знаходження при ній м'ясної сировини не зробили істотного впливу на фізико-хімічні показники зразків м'ясних напівфабрикатів в процесі їх зберігання.

Отримані результати проведених нами досліджень свідчать, що при розробці заходів управління процесом виробництва охолоджених напівфабрикатів на принципах НАССР для прогнозування показників безпеки і термінів придатності продуктів, необхідно ґрунтуватися на сукупності впливу температури, рН і часу виконання технологічних етапів.

На підставі отриманих експериментальних даних зроблено припущення про вплив часу, температури і рН на реалізацію біологічного ризику і можливе псування продукції в результаті розвитку мікроорганізмів. Інтенсивність реалізації біологічного ризику в напівфабрикатах під час зберігання оцінювали методом найменших квадратів за рівнянням Ареніуса, представленого функцією виду [8]:

$$k = K_0 * e^{E / R T} \quad (1)$$

де K_0 - константа рівняння Ареніуса; E - енергія активації реакції; R - універсальна газова постійна; T - абсолютна температура середовища.

Для використання методу найменших квадратів вживане рівняння було представлено системою лінійних рівнянь наступного виду:

$$\ln k_1 = \ln k_0 - x \quad (2)$$

Експериментальні умови зводилися до трьох температурних показників, в зв'язку, з чим за числом спостережень складена система умовних лінійних нормальних рівнянь, що відповідають умові мінімуму суми квадратів відхилень наступного виду:

$$4,3707 = 3 \ln k_0 - 1,0721 - 10^{-2} \quad (3)$$

Оскільки невідомими змінними є k_0 і e , то остаточна система нормальних рівнянь дорівнює двом і має наступний вигляд:

$$1,55 * 10^{-2} = 1,0721 * 10^{-2} \ln k_0 - 3,9712 * 10^{-5} \quad (4)$$

Розраховані коефіцієнти для експериментальних умов склали:

$$\ln k_0 = 16,63$$

Розрахункові прогнозні значення мікроорганізмів представлені в табл. 3.

Таблиця 2

Значення загального мікробного числа в охолоджених напівфабрикатах на протязі терміну зберігання

Експериментальна група №	Дні досліджень, діб	Зразок № 1 КМАФАнМ КУО/г	Норма $5,0 \cdot 10^5$	БГКП	Зразок № 2 КМАФАнМ, КУО/г	Норма $5,0 \cdot 10^5$	БГКП
№ 1	3	$9,7 \cdot 10^3$	*	-	$8,5 \cdot 10^3$	*	-
	5	$9,4 \cdot 10^4$	*	-	$6,6 \cdot 10^4$	*	-
	7	$2,3 \cdot 10^5$	*	-	$8,9 \cdot 10^4$	*	-
	10	$4,4 \cdot 10^5$	**	-	$1,3 \cdot 10^5$	**	-
№ 2	3	$6,1 \cdot 10^4$	*	-	$3,2 \cdot 10^4$	*	-
	5	$7,2 \cdot 10^5$	***	-	$7,3 \cdot 10^5$	***	-
	7	$1,2 \cdot 10^6$	***	-	$9,8 \cdot 10^5$	***	-
	10	$4,4 \cdot 10^6$	***	+	$1,5 \cdot 10^6$ +	***	+
№ 3	3	$1,4 \cdot 10^5$	**	-	$2,0 \cdot 10^5$	**	-
	5	$3,1 \cdot 10^6$	***	+	$4,5 \cdot 10^6$ +	***	+
	7	$8,7 \cdot 10^6$	***	+	$9,5 \cdot 10^6$	***	+
	10	$7,6 \cdot 10^7$	***	+	$9,3 \cdot 10^7$	***	+
*	Кількість мікроорганізмів знаходиться в допустимих межах						
**	Кількість мікроорганізмів знаходиться в гранично-допустимих межах						
***	Кількість мікроорганізмів перевищує допустимі межі						

Одержані коефіцієнти для групи зразків № 1 і № 2 близькі до 1, що вказує на високу залежність між значеннями кількості мікроорганізмів і часом, а також достовірність лінії прогнозу відносно отриманих експериментальних даних.

Таким чином доведено, що рівняння Ареніуса можливо застосовувати для прогнозування терміну придатності продукту ґрунтуючись на показниках температури, рН і первинного мікробіологічного забруднення сировини.

Результати проведених комплексних досліджень запропоновано виробництву для побудови комп'ютерної моделі прогнозування. Пропонується для цього використання програмного забезпечення створеного на скриптовій мові програмування РНР (Hypertext Preprocessor).

Використання комп'ютерної програми дозволить ще на стадії отримання сировини спрогнозувати можливу динаміку розвитку мікроорганізмів впродовж терміну зберігання готового продукту. Ця інформація сприятиме ухваленню рішення про напрям сировини на виробництво найбільш раціонального і економічно вигідного продукту (виробництво охолоджених напівфабрикатів або на продукцію, що вимагає технологічної обробки, наприклад, температурної).

Таблиця 3

**Прогнозні значення КМАФАнМ в напівфабрикатах м'ясних
охолоджених, упакованих у вакуум на протязі зберігання**

Динаміка розвитку КМАФАнМ						
зразок № 1 (шийка свиняча), КУО/г						
доба	виготовлених з м'ясної сировини експериментальної групи № 1		виготовлених з м'ясної сировини експериментальної групи № 2		виготовлених з м'ясної сировини експериментальної групи № 3	
	факт.	розр.	факт.	розр.	факт.	розр.
0	$1,6 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	$2,2 \times 10^2$	$5,7 \times 10^2$	$3,4 \times 10^2$	$7,2 \times 10^2$
3	$9,7 \times 10^3$	$7,2 \times 10^3$	$6,1 \times 10^4$	$2,1 \times 10^4$	$1,4 \times 10^5$	$6,6 \times 10^4$
5	$9,4 \times 10^4$	$8,0 \times 10^4$	$7,2 \times 10^5$	$5,6 \times 10^5$	$3,1 \times 10^6$	$9,5 \times 10^5$
7	$2,3 \times 10^5$	$4,8 \times 10^5$	$1,2 \times 10^6$	$3,9 \times 10^6$	$8,7 \times 10^6$	$2,4 \times 10^7$
10	$4,4 \times 10^5$	$1,3 \times 10^6$	$4,4 \times 10^6$	$2,3 \times 10^7$	$7,6 \times 10^7$	$8,7 \times 10^8$
13	-	$1,2 \times 10^7$	-	$4,0 \times 10^8$	-	$1,1 \times 10^{10}$
15	-	$6,4 \times 10^7$	-	$1,6 \times 10^9$	-	$8,8 \times 10^{10}$
17	-	$1,2 \times 10^8$	-	$6,5 \times 10^9$	-	$6,9 \times 10^{11}$
зразок № 2 (свинина духова), КУО/г						
доба	факт.	розр.	факт.	розр.	факт.	розр.
0	$1,6 \times 10^2$	$4,7 \times 10^2$	$2,2 \times 10^2$	$5,9 \times 10^2$	$3,4 \times 10^2$	$8,9 \times 10^2$
3	$8,5 \times 10^3$	$6,2 \times 10^3$	$3,2 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$	$2,0 \times 10^5$	$8,8 \times 10^4$
5	$6,6 \times 10^4$	$5,5 \times 10^4$	$7,2 \times 10^5$	$3,2 \times 10^5$	$2,6 \times 10^6$	$9,6 \times 10^6$
7	$8,9 \times 10^4$	$1,1 \times 10^5$	$9,8 \times 10^5$	$4,0 \times 10^6$	$9,5 \times 10^6$	$2,9 \times 10^7$
10	$1,3 \times 10^5$	$6,8 \times 10^5$	$2,5 \times 10^6$	$2,4 \times 10^7$	$4,5 \times 10^7$	$4,5 \times 10^8$
13	-	$3,3 \times 10^6$	-	$8,1 \times 10^7$	-	$4,2 \times 10^9$
15	-	$9,4 \times 10^6$	-	$8,7 \times 10^8$	-	$3,9 \times 10^{10}$
17	-	$3,5 \times 10^7$	-	$3,1 \times 10^9$	-	$1,5 \times 10^{10}$

У програму вводять значення загального мікробного числа, величини рН і температури м'ясної сировини, а також температури доквілля і терміну знаходження м'ясної сировини при заданій температурі. Запропонована програма спроможна розраховувати динаміку розвитку загального мікробного числа, що дозволяє спрогнозувати термін зберігання продукту, впродовж якого продукт збереже свої нормовані характеристики безпеки і якості.

Різне поєднання декількох чинників: температури, часу і умов зберігання перед обробленням і обвалкою м'ясної сировини, а також контроль рН м'ясної сировини визначає різну швидкість зростання мікроорганізмів, що відображається на стійкості при зберіганні готового продукту, його фізико-хімічних показниках і терміні придатності.

На основі отриманих експериментальних даних і прогнозних значеннях реалізації біологічного чинника, з метою оперативного ухвалення рішення нами були визначені точки обов'язкового контролю виробничих параметрів (далі - ТОВК) впродовж технологічного процесу на основі дискретно - подієвого моделювання.

Під точкою обов'язкового виробничого контролю мається на увазі місце здійснення контрольних заходів за моніторингом параметрів процесу і характеристик сировини або напівфабрикату за процесом з метою встановлення подальшого напрямку використання досліджуваного об'єкту.

До контрольованих параметрів віднесені: температура, час, величина рН. Технологічний процес виробництва м'ясних напівфабрикатів представлений з використанням процесного підходу і декомпозицією виконуваних дій.

Модель складається з декількох рівнів відображення ієрархічно впорядкованих технологічних процесів. Не дивлячись на те, що експериментальні дослідження здійснювалися тільки для охолоджених м'ясних напівфабрикатів, при реалізації моделі управління технологічною системою виробництва м'ясних напівфабрикатів можливе використання як охолодженої, так і замороженої м'ясної сировини, що описано у блоках функцій.

Ця модель представлена єдиним блоком з граничними стрілками і є блоком верхнього рівня, званого А - 0. Зв'язки об'єкту моделювання відображають зв'язки з довкіллям: вхідними ресурсами, переліком нормативної документації, відповідальними особами. Оскільки єдиний блок представляє увесь об'єкт, його ім'я - загальне для усього проекту.

Для виробництва напівфабрикатів в цех поступають: м'ясна сировина (від зовнішнього постачальника, забійного цеху) і вхідної документації (що поступає від постачальника).

На підприємстві використовується документація: відділ виробничо-матеріального постачання (ВВМП), зовнішній покупець (документ про аналіз ринку і потреб споживачів), виробництво (документація, за якою буде зроблений напівфабрикат), служба якості (система менеджменту якості на підприємстві), Держстандарт (стандарты і нормативи, яким повинні відповідати вироблені напівфабрикати).

Виробництво напівфабрикатів здійснюється за допомогою персоналу і матеріальних ресурсів (постачальник транспорту, держветслужба, штат співробітників, служба безпеки, зовнішній постачальник, виробництво, зовнішній покупець).

Результатом виконання усіх технологічних операцій є звіти про діяльність підприємства (спрямовуються керівництву), напівфабрикати (зовнішній покупець, зовнішній постачальник, утилізатор, виробництво) і вихідна документація (зовнішній покупець).

Ділянка виробництва напівфабрикатів представлена як функціональна структура процесу, який припускає не лише ведення кількісного обліку, але і контроль показників якості сировини, впровадження системи ідентифікації і слідування.

Зміна параметрів обробки або зберігання сировини на кожному окремому підпроцесі може впливати на кінцевий показник якості і рівень безпеки готового продукту, тому потрібний контроль реалізації різних варіацій технологічних режимів обробки сировини, параметрів виробничого середовища.

Для цього технологічних процес виробництва напівфабрикатів нами був розглянутий до рівня конкретних операцій, операції, що доки виділяються, залишаються технологічно невизначені.

У зв'язку з цим блок виробництва напівфабрикатів м'ясопереробного підприємства був декомпонований на такі операції як управління виробництвом напівфабрикатів; вступ сировини і матеріалів; зберігання і обробка м'ясної сировини, отгрузка у виробництво; здійснення технологічних операцій.

Модель включає три типи документів: графічних діаграм, текст і глосарій. Ці документи мають перехресні посилання один на одного.

Все це веде до впровадження НАССР на даному підприємстві при виробництві охолоджених напівфабрикатів.

НАССР - це потужна система, що може застосовуватися до великого спектру простих і складних операцій. Вона використовується для забезпечення безпечності харчових продуктів протягом усього ланцюга виробництва і реалізації харчового продукту. Такий ланцюг або агрохарчовий ланцюг – це послідовність етапів та виробничої діяльності (виготовлення та обіг харчових продуктів), включаючи всі етапи виробництва, оброблення, збуту, зберігання, транспортування, імпорту, експорту та розміщення на ринку харчових продуктів та їх інгредієнтів, починаючи з первинного виробництва включно до кінцевого споживання. Агрохарчовий ланцюг також включає матеріали, призначені для контактування з харчовими продуктами, харчові добавки, а також торгівлю, громадське харчування та пов'язані з ним служби. Діяльність виробників у тому, що стосується безпечності харчових продуктів, повинна спиратись на усвідомлення інтегрованого підходу, що передбачає нерозривність та взаємопов'язаність всіх етапів агрохарчового ланцюга.

Для впровадження системи НАССР виробники повинні досліджувати не тільки їх власний продукт і методи його виготовлення. В ідеалі вимоги системи НАССР повинні бути застосовані і на підприємствах - постачальниках сировини та допоміжних матеріалів, і в системах обігу та роздрібної торгівлі – вздовж усього агрохарчового ланцюга.

Переваг від використання системи НАССР багато. Нижче наведені найважливіші з них:

Застосування НАССР є підтвердженням виконання виробником законодавчих і нормативних вимог.

Нами запроповано наступні принципи НАССР.

Критичні межі - межі біологічного, хімічного або фізичного стану між допустимим і недопустимим рівнем вимірюваного параметру.

Контроль - стан, за якого необхідні методика виконують, а критерії дотримують.

Контролювати - здійснювати всі необхідні дії для досягнення і дотримання відповідності прийнятним НАССР критеріям.

Заходи контролю - будь-які дії чи роботи, спрямовані на запобігання чинникам, що загрожують безпечності харчових продуктів, чи зниження їхнього впливу до прийняттого рівня.

Моніторинг - систематичний нагляд, вимірювання, реєстрація і оцінювання всіх складників процесу отримання, виробництва і реалізації продукції. Саме моніторинг дає змогу оцінити ступінь ризику для здоров'я людини від споживання продукту через надходження з їжею різних контамінантів.

Коригувальна дія - будь-яка дія, яка має бути виконана в тому разі, коли результати моніторингу вказують на втрату контролю.

Перевірка - оцінка загальної ефективності виконаних робіт з управління системою забезпечення якості. Це дає змогу визначити перелік потенційно небезпечних чинників, відповідних їм критичних точок, критичних меж і здійснювати моніторинг для кожної ККТ.

Виробничий процес - сукупність взаємопов'язаних операцій від моменту отримання матеріальних ресурсів до відправлення готової продукції споживачеві.

Дерево рішень - послідовність питань, які можуть бути поставлені на кожному виробничому етапі для виявлення ризиків для їх подальшого корегування.

Діаграма послідовності операцій - схематичне подання послідовних етапів або операцій, які здійснюються під час виробництва конкретного харчового продукту.

Сировина - матеріали, які використовують для виробництва продукту. У НАССР до неї належать матеріали, які використовують у переробці, контактують із продуктом у процесі виробництва, тобто інгредієнти, добавки, проміжні продукти і упаковка.

НАССР-план - документ, підготований відповідно до принципів НАССР для забезпечення управління суттєвими ризиками в рамках сфери використання системи НАССР.

Технологічна система зумовлює якість виконання технологічних процесів, в результаті здійснення яких формується більшість показників якості і безпеки продукції – сенсорна (органолептична), мікробіологічна, фізико-хімічна, і ін. Усі технологічні процеси, що визначають характеристики готового продукту, повинні здійснюватися в контрольованих і керованих умовах. Найкращих результатів можна досягти, тільки маючи вичерпну інформацію про можливості технологічних процесів і за наявності ефективної системи управління ними. Характеристики готової продукції є одними з показових, об'єктивних критеріїв ефективності функціонування будь-якої системи управління підприємством.

Під час технологічного процесу можливе виникнення різних нерегламентованих ситуацій, обумовлених несправністю або відмовами засобів контролю, устаткування, помилками задіяного робочого персоналу, порушеннями під час експлуатації і технічного обслуговування устаткування, коливаннями характеристик початкової м'ясної сировини. Подібні ситуації, не викликаючи порушення загального функціонування системи і переривання технологічних процесів, відбиваються на показниках якості і безпеки готового продукту [1].

Таким чином, технологічна система є сукупністю функціонально взаємозв'язаних засобів технологічного оснащення, предметів виробництва і виконавців для виконання в регламентованих умовах виробництва певних технологічних процесів або операцій, що реалізовується у вигляді графічної моделі.

Впровадження такої системи на підприємстві дає змогу визначити, наскільки добре воно контролює процес виготовлення й оцінити його рівень із досягнення рівня безпеки харчової продукції відповідно до встановлених стандартів.

Застосування розробленої моделі, а також програми, за прогнозуванням терміну придатності продукту дозволять підприємству оптимізувати витрати на виробництво, раціонально використати м'ясну сировину, понизити відсоток продукції з невідповідностями, понизити кількість поверненої продукції.

Висновки

1. Впровадження принципів НАССР в умовах виробництва м'ясних напівфабрикатів вимагає поглибленого розуміння факторів та їх взаємного впливу на безпечність і якість продукції на кожному етапі технологічного процесу.

2. Згідно серії експериментів науково-дослідної роботи доведено, що у тісному прямому зв'язку із швидкістю зростання мікроорганізмів м'ясного продукту знаходиться величина його рН для усіх зразків напівфабрикатів. І чим вище було початкове значення рН, тим швидше збільшувалася кількість мікроорганізмів, що сприяло прояву органолептичних ознак псування.

3. Аналіз результатів дослідження показників м'ясної сировини і зразків м'ясних напівфабрикатів показав, що експериментальна температура і тривалість знаходження при ній м'ясної сировини не зробили істотного впливу на фізико-хімічні показники зразків м'ясних напівфабрикатів в процесі їх зберігання.

4. Доведено, що рівняння Ареніуса можливо застосовувати для прогнозування терміну придатності продукту, ґрунтуючись на показниках температури, рН і первинного мікробіологічного забруднення сировини.

5. Результати проведених комплексних досліджень запропоновано виробництву для побудови комп'ютерної моделі прогнозування.

6. Пропонується для цього використання програмного забезпечення створеного на скриптовій мові програмування PHP (Hypertext Preprocessor).

Список використаної літератури

1. Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів». Редакція від 20.01.2018 - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80>
2. Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових продуктів (НАССР) Наказ Міністерства Аграрної Політики та Продовольства України 01.10.2012 № 590. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z1704-12>
3. Посібник для малих та середніх підприємств м'ясопереробної галузі з підготовки та впровадження системи управління безпечністю харчових продуктів на основі концепції НАССР. – К.: Міжнародний інститут безпечності та якості харчових продуктів (IFSQ), 2011.– 236 с.
4. Статистичне моделювання та прогнозування: Навч. посібник. \ А.М.Єріна. — К.: КНЕУ, 2001. — 170 с.
5. Грегірчак Н.М.. Мікробіологічні основи НАССР: Конспект лекцій для студ. напряму 6.051401 «Біотехнологія». – К.: НУХТ, 2013. – 92с.
6. Маньковський А. Я. Технологія продуктів забою тварин : підручник / А. Я. Маньковський, Т. А. Антонюк. – К. : Агроосвіта, 2014. – 336 с.
7. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: Підручник /М.М. Клименко, Л.Г. Віннікова, І.Г. Береза та ін. за ред. М.М. Клименка. — К.: Вища освіта, 2006. — 640 с.
8. Корчинський Г. А. Хімія / Г. А. Корчинський. – Вінниця : Поділля-2000, 2002. – 525с.

УДК : 006:637.1

В.Г. БУРАК, Н.В. НОВІКОВА
Херсонський державний аграрний університет

ФОРМУВАННЯ ЗМІСТУ НАВЧАННЯ ЕТНІЧНОЇ КУХНІ КИТАЮ У СТУДЕНТІВ ХАРЧОВОЇ ГАЛУЗІ

Професійна діяльність фахівців галузі залежить від широкого кола знань, отриманих під час навчання у Вищому навчальному закладі. Серед професійних знань сьогодні велике значення мають знання різних етнічних кухонь, зокрема Китаю, які забезпечують формування навчально-пізнавальної діяльності студентів харчової галузі. Останнім часом китайська кухня стала однією з найрозповсюдженіших кухонь світу. Нині нею користується найбільше людей на нашій планеті. Враховуючи інтеграційні процеси у світі, можна констатувати важливість її вивчення для формування професійної складової студентів харчової галузі.

Більшість фахівців харчової галузі в майбутньому будуть працювати в ресторанному бізнесі. Професійна діяльність фахівців галузі залежить від широкого кола знань, отриманих під час навчання у Вищому навчальному закладі. Серед професійних знань сьогодні велике значення мають знання різних етнічних кухонь, зокрема Китаю, які забезпечують формування навчально-пізнавальної діяльності студентів харчової галузі. Останнім часом китайська кухня стала однією з найрозповсюдженіших кухонь світу. Нині нею користується найбільше людей на нашій планеті. Враховуючи інтеграційні процеси у світі, можна констатувати важливість її вивчення для формування професійної складової студентів харчової галузі.

Показано, що для підготовки конкурентоспроможних фахівців харчової галузі важливо поєднання теоретичних знань із практичним досвідом етнічних кухонь Китаю і України. Висвітлено сутність етнічної кухні Китаю при формуванні навчально-пізнавальної діяльності у студентів харчової галузі. Розглянуто, що порівняння етнічних кухонь Китаю й України дозволяє поглибити пізнавальну діяльність, зорієнтувати студентів на творче оволодіння знаннями, вміннями і навичками та вироблення світоглядних переконань у професійному самовихованні.

Ключові слова: етнічна кухня Китаю, інноваційний характер мислення, макроекономічні загрози, навчально-пізнавальна діяльність, регіональні кухні, самовиховання, студенти харчової галузі, українська кухня, харчова галузь.

В.Г. БУРАК, Н.В. НОВІКОВА
Херсонский государственный аграрный университет

ФОРМИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБУЧЕНИЯ КУХНИ КИТАЯ У СТУДЕНТОВ ПИЩЕВОЙ ОТРАСЛИ

Профессиональная деятельность специалистов отрасли зависит от широкого круга знаний, полученных во время учебы в Высшем учебном заведении. Среди профессиональных знаний сегодня большое значение имеют знания различных этнических кухонь, в том числе Китая, обеспечивающих формирование учебно-познавательной деятельности студентов пищевой отрасли. В последнее время китайская кухня стала одной из самых распространенных кухонь мира. Сейчас ею пользуется большинство людей на нашей планете. Учитывая интеграционные процессы в мире, можно констатировать важность ее изучения для формирования профессиональной составляющей студентов пищевой отрасли.

Большинство специалистов пищевой отрасли в будущем будут работать в ресторанном бизнесе. Профессиональная деятельность специалистов отрасли зависит от широкого круга знаний, полученных во время учебы в Высшем учебном заведении. Среди профессиональных знаний сегодня большое значение имеют знания различных этнических кухонь, в том числе Китая, обеспечивающих формирование учебно-познавательной деятельности студентов пищевой отрасли. В последнее время китайская кухня стала одной из самых распространенных кухонь мира. Сейчас ею пользуется всего людей на нашей планете. Учитывая интеграционные процессы в мире, можно констатировать важность ее изучения для формирования профессиональной составляющей студентов пищевой отрасли.

Показано, что для подготовки конкурентоспособных специалистов пищевой отрасли важно сочетание теоретических знаний с практическим опытом этнических кухонь Китая и Украины. Освещена сущность этнической кухни Китая при формировании учебно-познавательной деятельности студентов пищевой отрасли. Рассмотрено, что сравнение этнических кухонь Китая и Украины позволяет углубить познавательную деятельность, сориентировать студентов на творческое

овладение знаниями, умениями и навыками, а также выработки мировоззренческих убеждений в профессиональном самовоспитании.

Ключевые слова: инновационный характер мышления, макроэкономические угрозы, пищевая отрасль, региональные кухни, самовоспитание, студенты пищевой отрасли, украинская кухня, учебно-познавательная деятельность, этническая кухня Китая.

V.G. BURAK, N.V. NOVIKOVA
Kherson State Agricultural University

FORMATION OF CONTENTS THE STUDU OF CHINESE ETHNIC CUISINE OF STUDENTS IN FOOD INDUSTRY

The professional work of industry professionals depends on a wide range of knowledge gained while studying at Higher Education Institution. Knowledge of different ethnic cuisines, including China, is of great importance in today's professional knowledge, which provides for the formation of educational and cognitive activities of food industry students. Recently, Chinese cuisine has become one of the most widely spread cuisines in the world. Currently, it is enjoyed by most people on our planet. Taking into account the integration processes in the world, one can state the importance of its study for the formation of the professional component of the food industry students.

The experts of the food industry will work in the restaurant industry in the future. The professional work of industry professionals depends on a wide range of knowledge gained while studying at Higher Education Institution. Knowledge of different ethnic cuisines, including China, is of great importance in today's professional knowledge, which provides for the formation of educational and cognitive activities of food industry students. Recently, Chinese cuisine has become one of the most widely spread cuisines in the world. Currently, it is enjoyed by most people on our planet. Taking into account the integration processes in the world, one can state the importance of its study for the formation of the professional component of the food industry students.

It is shown that for the preparation of competitive food industry professionals it is important to combine the theoretical knowledge with practical experience of ethnic cuisines of China and Ukraine. The article showed the essence of China's ethnic cuisines in the formation of educational- cognitive students` activity of food industry. It is considered that a comparison of ethnic cuisines of China and Ukraine allows to deepen cognitive activity, orient all students on creative mastery of knowledge, skills and development of world views in professional self-education.

Keywords: Chinese ethnic cuisine, innovative character of thinking, macroeconomic threat, educational and cognitive activity, regional cuisine, self-education, students of food industry, Ukrainian cuisine, food industry.

Постановка проблеми

Орієнтиром у плануванні студентами процесу професійного самовиховання є спеціальність «Харчові технології», на основі якої вибудовується програма індивідуальної самопідготовки до майбутньої професійної діяльності в харчовій галузі. Вимоги до сучасного фахівця повинні відповідати потребам сьогодення, і вони передбачають: високий професіоналізм у харчовій галузі; інноваційний характер мислення і готовність до змін; особисту творчу спрямованість, здатність розуміти етнічні вподобання, системне мислення, яке передбачає психологічну готовність, здатність та навички системного підходу до вивчення проблемних аспектів етнічних кухонь народів світу, готовність впроваджувати харчові технології етнічних кухонь у практичну діяльність підприємств харчування. Отже, для підготовки конкурентоспроможних фахівців харчової галузі важливо поєднання теоретичних знань із практичним досвідом етнічних кухонь народів світу, зокрема Китаю [1,2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питання щодо навчально-пізнавальної діяльності при вивченні етнічних кухонь народів світу, зокрема Китаю, були розглянуті у працях авторів: Владимировой П.П., Доцяк В.С., Захаровой Н.В., Похльобкіна В.В., Орловська А.В. У зазначених вище публікаціях авторами наведені теоретичні і практичні аспекти етнічних кухонь світу.

Формулювання мети дослідження

Метою статті є розкриття сутності етнічної кухні Китаю при формуванні навчально-пізнавальної діяльності у студентів харчової галузі.

Викладення основного матеріалу дослідження

Підвищення конкурентоспроможності закладів ресторанного господарства пов'язано з реалізацією асортиментної політики, спрямованої на поширення етнічних кухонь, що дає можливість споживачам ознайомитися з самобутністю та звичаями нації, скуштувати національні страви та на мить зануритися в атмосферу життя тієї країни, кухня якої представлена в цьому закладі. Етнічні ресторани відрізняються тим, що намагаються максимально додержуватися етнічних традицій певного народу не

тільки в меню, але й в інтер'єрі, одязі персоналу, музичному супроводі тощо. Організувати роботу такого закладу ресторанного господарства надзвичайно важко, це потребує відповідних знань та залучення справжніх професіоналів, які б, знаючи всі нюанси представленої етнічної кухні створили своєрідний куточок, що відразу завоював би увагу вибагливого споживача та посів позицію лідера серед інших закладів ресторанного бізнесу.

Враховуючи сучасні тенденції ресторанного бізнесу, однією складовою дисципліни «Кулінарна етнологія» є змістова частина.

«Етнічні кухні». В процесі вивчення цієї частини особливу увагу приділено формуванню професійних знань, умінь та навиків із технології страв кухні Китаю.

Основними цілями професійної підготовки майбутніх фахівців харчової галузі з технології страв кухні Китаю є (рис. 1):

- формування знань в галузі розвитку й становлення традицій та культури харчування Китаю;
- ознайомлення з історичними основами теорії та практики кулінарного мистецтва Китаю, що пов'язані з національними та релігійними особливостями країни;
- формування умінь та навиків застосування посуду, інвентарю, сировини, спецій та приправ, прийомів та способів кулінарної обробки сировини, продуктів для приготування страв кухні Китаю;
- оволодіння прийомами оформлення та подання страв кухні Китаю;
- виховання поваги до традицій харчування народу Китаю.



Рис. 1. Цілі підготовки фахівців харчової галузі з технології страв кухні Китаю

Для засвоєння змісту навчання технології приготування страв кухні Китаю визначимо такі структурні елементи:

1. Сучасні тенденції розповсюдження кухні Китаю на території України.
2. Фактори, що формують національну кухню Китаю:
 - історичні;
 - географічні;
 - кліматичні;
 - економічні.
3. Характеристика кухні Китаю:
 - асортимент основних продуктів, спецій, приправ, пряностей;
 - способи та прийоми кулінарної обробки;
 - особливості теплової обробки продуктів;
 - особливості оформлення страв кухні Китаю;
 - етикет та правила прийому страв кухні Китаю;
 - режим харчування.

4. Технологія приготування національних страв Китаю.
5. Особливості складання меню страв кухні Китаю.
6. Розробка техніко-технологічних карт національних страв
7. Порівняльна характеристика китайської та української кухонь.

Розглянемо зміст першого структурного елемента навчання «Сучасні тенденції розповсюдження кухні Китаю на території України».

Китай є культурним регіоном і стародавньою цивілізацією Східної Азії. Він належить до прадавніх цивілізацій, що увібрала в себе велику кількість держав та культур упродовж багатьох тисяч років. Громадянська війна по закінченню другої світової війни спричинила поділ цього регіону на дві держави, які продовжують вживати у своїй назві слово «Китай». До них відноситься Китайська Народна Республіка (КНР), яка володіє материковим Китаєм, а також республіка Китай, яка контролює острів Тайвань та прилеглі до нього острови [3].

За останні десятиліття китайська кухня набула популярності і серед некитайського населення планети – в європейців та американців. Були відкриті численні ЗРГ, які користуються значним попитом.

Україна також не залишається осторонь від процесу розповсюдження китайської кухні, але на відміну від інших країн цей процес є кволим. До бар'єрів, які перешкоджають розповсюдженню китайської кухні на ринку України, можна віднести ряд макроекономічних загроз, зображених на рис.1.



Рис. 2. Макроекономічні загрози розповсюдження китайської кухні на Україні

Слід зазначити, що в якій би країні не знаходилися китайські ЗРГ, вони безпосередньо не впливають на місцеву кухню. Це можна пояснити специфічними особливостями китайської кухні, яка дуже відрізняється від інших кухонь (європейської, середньоазійської, закавказької, африканської).

В основних своїх рисах, китайська кухня склалася за 3-2,5 тисячі років до нашої ери, тобто приблизно 5 тисяч років тому. Лише на початку ХХ століття вона почала потрапляти на територію інших континентів, після поразки Китаю в китайсько-японській війні. Спочатку вона домінувала не на суші, а в морях та океанах, особливо в Тихому та Індійському, адже коками в торговельному флоті різних країн зазвичай ходили китайські кухарі.

Китайська кухня поділяється на кілька основних груп, кожна з яких має свої особливості. Диференціація відбулася історично за географічним принципом. Види регіональних кухонь Китаю наведено на рис. 3.



Рис. 3. Регіональні кухні Китаю

Вона має свої відмінності як з півночі на південь, так і з заходу на схід країни. Кожен із

численних факторів (географічне положення, клімат, ступінь віддаленості від моря, культурні звичаї) вплинув на становлення кулінарних традицій регіонів. Так, сичуанська кухня славиться своєю гостротою. Можливо тому, що ця провінція знаходиться в Сичуанській западині, де часті дощі й тумани, а клімат досить вологий. Вважається, що саме гостра їжа допомагає протистояти волозі. Гуандунська (кантонська) кухня – здебільшого складається з прісних страв. У шанхайській кухні переважають солодкі страви. Шандунська кухня вирізняється поміж усіх солоними і жирними стравами. Кожна провінція висловлює свої кулінарні пристрасті по-своєму, але непорушно залишається істина, що харчування повинно бути правильним, адже воно є запорукою здоров'я і довголіття [4].

На відміну від української кухні, в китайській існує правило, згідно з яким на первинну обробку на нарізання інгредієнтів витрачається до 80% часу приготування страви, а на теплову – 20%. Також велику увагу приділяють прикрашанню та сервіровці страви. В українській кухні все навпаки, на первинну обробку та нарізання інгредієнтів витрачають приблизно 20% усього часу, а на теплову обробку – до 80%. Це пов'язано з тим, що в українській кухні багато продуктів зазнають складної теплової обробки – спочатку їх обсмажують або варять, а потім тушкують або запікають.

Нарізання продуктів та способи їх теплової обробки – це два взаємопов'язаних процеси. Через те, що китайці нарізають інгредієнти дуже маленькими кусочками, процес теплової обробки скорочується. Тому, велику увагу приділяють рівномірності нарізки по товщині і довжині. Також вони використовують велику кількість різноманітних способів теплової обробки, яких налічується більше тридцяти [5].

Роздільне приготування китайці вважають верхівкою кулінарної майстерності, адже, на їхню думку, при такому приготуванні інгредієнтів (за умови їх однакових розмірів) під час смаження, повністю виключена можливість пересмаження або недосмаження. Кожен з інгредієнтів має свою власну температуру та тривалість приготування і тому, поєднання багатьох продуктів в одній каструлі або сковорідці означає те, що деякі з інгредієнтів будуть готуватися скоріше, а деякі – повільніше, що в результаті вплине на смак готової страви. В українській кухні помилок уникають шляхом різночасної закладки інгредієнтів. Метод роздільного приготування викликав в китайській кухні таку операцію, як складання композиції. Тобто мається на увазі комбонування різних страв із використанням набору продуктів, кожен з яких попередньо готується роздільно [6].

В українській кухні під час приготування страв використовують різноманітний кухонний інвентар: молотки, сапи, товчучки, якого немає в китайській кулінарії. Всі ці операції виконують за допомогою спеціального ножа. Оскільки китайська кулінарія зазвичай має справу винятково з подрібненими продуктами за допомогою нарізки та січення, виключено використання м'ясорубок. Дуже рідко продукти готують не вдаючись до нарізання, що в основному стосується птиці [7].

Китайська кулінарія зорієнтована на економне приготування їжі, тому що китайці на відміну від українців ніколи не їдять досита. У раціоні їжа повинна бути переважно рідкою, напіврідкою та м'якою і лише на чверть – твердою. Зважаючи на це, кожен прийом їжі складається з урахуванням відношення страв за їхньою консистенцією.

Висновки

Професійна діяльність фахівців галузі залежить від широкого кола знань, отриманих під час навчання у Вищому навчальному закладі. Серед професійних знань сьогодні велике значення мають знання різних етнічних кухонь, зокрема Китаю, які забезпечують формування навчально-пізнавальної діяльності студентів харчової галузі. Останнім часом китайська кухня стала однією з найрозповсюдженіших кухонь світу. Нині нею користується найбільше людей на нашій планеті. Враховуючи інтеграційні процеси у світі, можна констатувати важливість її вивчення для формування професійної складової студентів харчової галузі.

Список використаної літератури

1. Вітвицька С.С. Основи педагогіки вищої школи : метод. посіб. для студентів магістратури / С.С. Вітвицька.– К.: Центр навч. л-ри, 2003.– 316 с.
2. Варковський К.М. Проблема професійного самовизначення молоді на сучасному етапі ринкових перетворень / К.М. Варковський // Педагогіка і психологія .– 2002. –№ 4. – С. 40–43.
3. Корміна Л.І. Самовдосконалення як умова професійного становлення студентської молоді / Л.І.Корміна // Педагогічна технологія у сучасному вузі. – Луцьк, 1996.
4. Лимаренко І.О. Китайський гастро-треш-тур/ І.О. Лимаренко// FOODUA. Продукти України. – 2013. – № 3(44). – С. 46–49.
5. Похльобкін В.В. Велика кулінарна книга/ В.В. Похльобкін. – М. : Ексмо, 2013. – 992 с. – (Кулінарія. Похльобкін).
6. Сокол І.О. Китайська, корейська, японська кухня / І. О. Сокол. – Х.: Фоліо, 2004. – С. 6– 10.
7. Стрельникова А. Кулінарні премудрості Китаю/ А. Стрельникова// СМАК Гід: ресторація. – 2013. – № 5(23). – С. 47–48.

УДК 664.68: 613.292

В.С. КАЛИНА, Н.Ю. ДМИТРИЄВА
Дніпровський аграрно-економічний університет**УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ ШОКОЛАДНИХ ТІСТЕЧОК «БРАУНІ»
НА ОСНОВІ БОБОВОЇ КУЛЬТУРИ – НУТ**

У даній роботі удосконалено рецептуру приготування шоколадних тістечок «Брауні» з використанням бобової культури - нут та фруктози з метою отримання виробів з підвищеною харчовою та біологічною цінністю. Встановлено раціональні співвідношення рецептурних інгредієнтів для створення десерту «БрауНут» із задовільними показниками якості. В роботі використано рецептурні інгредієнти: нут, яйця курячі, молоко 3,2%, банан, фруктоза, какао-порошок, розпушувач. Методом бального оцінювання визначено органолептичні показники якості нового продукту: запах, смак, колір, форма, поверхня. Зразки десерту проаналізовано за фізико-хімічними показниками якості та порівняно з контрольним зразком: кислотність, вологість. Розраховано: білковий скор розробленого десерту «БрауНут» – 67,42%, що забезпечує організм людини денною нормою споживання білку; глікемічний індекс до 31 – у рецептурі використано фруктозу, чим задовольняє потреби людей з цукровим діабетом, надмірною вагою та людей, які ведуть здоровий спосіб життя і слідкують за своїм раціоном, у підсумку, розроблений десерт можна віднести до третьої категорії продуктів з низьким показником глікемічного індексу (49 і менше); вміст 7 з 8 незамінних амінокислот, які на відміну від замінних, не можуть синтезуватися в організмі і повинні обов'язково надходити з їжею. За допомогою маркетингового дослідження, що включає аналіз ринку, встановлено фактичні основні сегменти кондитерських виробів на ринку та асортиментний склад функціонально-оздоровчих кондитерських виробів з метою визначення орієнтиру для створення перспективного продукту. Проведено соціопитування та анкетування споживачів у місті Новомосковськ Дніпровської області в супермаркетах «Варус» та «АТБ» для визначення загальної думки про харчування «Цікавитесь ви темою здорового харчування?», відповідь зацікавлених склала – 92%.

Ключові слова: бісквіт, тістечка «Брауні», кекс, нут, харчування.

В.С. КАЛИНА, Н.Ю. ДМИТРИЄВА
Днепроvский аграрно-экономический университет**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ ШОКОЛАДНЫХ ПИРОЖНЫХ «БРАУНИ»
НА ОСНОВЕ БОБОВОЙ КУЛЬТУРЫ – НУТ**

В данной работе усовершенствована рецептура приготовления шоколадных пирожных «Брауни» с использованием бобовой культуры - нут и фруктозы с целью получения изделий с повышенной пищевой и биологической ценностью. Установлены рациональные соотношения рецептурных ингредиентов для создания десерта «БрауНут» с удовлетворительными показателями качества. Методом баллового оценивания определены органолептические показатели качества нового продукта: запах, вкус, цвет, форма, поверхность. Образцы десерта проанализированы по физико-химическим показателям качества и сравнены с контрольным образцом: кислотность, влажность. Рассчитано: белковый скор разработанного десерта «БрауНут» – 67,42%, что обеспечивает организм человека дневной нормой потребления белка; гликемический индекс до 31 – в рецептуре использовали фруктозу, чем удовлетворяет потребностям людей с сахарным диабетом, избыточным весом и людям, ведущих здоровый образ жизни и следят за своим рационом, в итоге, разработанный десерт можно отнести к третьей категории продуктов с низким показателем гликемического индекса (49 и менее); содержание 7 из 8 незаменимых аминокислот, которые в отличие от заменяемых, не могут синтезироваться в организме и должны обязательно поступать с пищей. С помощью маркетингового исследования, включая анализ рынка, установлены фактические основные сегменты кондитерских изделий на рынке и асортиментный состав функционально-оздоровительных кондитерских изделий с целью определения ориентира для создания перспективного продукта. Проведен социопрос и анкетирование потребителей в городе Новомосковск Днепроvской области в супермаркетах «Варус» и «АТБ» для определения общего мнения о питании «Интересуетесь ли вы темой здорового питания?», ответ заинтересованных составил – 92%.

Ключевые слова: бисквит, пирожные «Брауни», кекс, нут, питание.

V.S. KALYNA, N.Yu. DMYTRIIEVA
Dnipro State Agrarian and Economic University

IMPROVING THE RECIPE OF CHOCOLATE CAKES “BROWN” ON THE BASIS OF BEACH CULTURE – CHICKPEA

In this work, the recipe for preparing brownie brownies using the legume culture - chickpea and fructose in order to obtain products with high nutritional and biological value is improved. Established rational ratios of prescription ingredients to create a dessert "BrowNut" with satisfactory quality indicators. The organoleptic indicators of the quality of a new product are determined by the scoring method: odor, taste, color, shape, surface. Dessert samples were analyzed by physico-chemical quality indicators and compared with the control sample: acidity, humidity. It is calculated: protein browned dessert "BrowNut" – 67,42%, which provides the human body with the daily rate of protein intake; glycemic index up to 31 – in the recipe used fructose, than meets the needs of people with diabetes, overweight and people leading a healthy lifestyle and monitor their diets, as a result, the developed dessert can be attributed to the third category of products with a low glycemic index (49 or less); the content of 7 of 8 essential amino acids, which, unlike the replaced ones, cannot be synthesized in the body and must necessarily come from food. With the help of marketing research, including market analysis, the actual main segments of confectionery products on the market and the assortment composition of functional and health confectionery products have been established with the aim of determining a reference point for creating a promising product. Conducted a survey and survey of consumers in the city of Novomoskovsk, Dnieper region in the supermarket "Varus" and "ATB" to determine a common opinion about nutrition "Are you interested in the topic of healthy nutrition?", the interested response was – 92%.

Keywords: sponge cake, brownie cake, cupcake, chickpea, food.

Постановка проблеми

Головним фактором конкурентоспроможності кондитерських виробів на сучасному ринку є якість готового продукту. Велика частина населення України, особливо молодь та діти, з задоволенням вживають солодкі борошняні кондитерські вироби у вигляді тістечок, тортів, мафінів та інші, основою для приготування яких є тісто, виготовлене на основі пшеничного борошна. Борошняна кондитерська продукція представлена великою групою виробів, різноманітною за своїм асортиментом, зовнішнім виглядом, ароматом та смаком. Основною сировиною в технології бісквітних виробів є борошно, цукор, жири, яєчні та молочні продукти. Пшениця є цінною зерновою культурою, яка містить масу корисних речовин. Разом з пшеничним борошном – солодкі вироби багаті на вуглеводи за рахунок вмісту в них цукру, яєць, жиру та інших продуктів з високою енергетичною цінністю. Однак більшість кондитерських виробів бідні на вітаміни та біологічно активні речовини, за рахунок їх відсутності в основній сировині або руйнації під дією високих температур під час випікання. Серед асортименту солодких страв особливе місце належить шоколадним десертам [1, 2]. Саме тому об'єктом для вдосконалення обрано класичну рецептуру шоколадного брауні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Тривалістю тисячоліть істотно змінювалось споживання європейцями окремих харчових речовин. Споживання білків істотно зменшилось зі 170-200 г/добу до 100 г/добу, в той час як споживання жирів і цукру збільшилось. За даними науковців нині людині треба збільшити вживання клітковини (складних вуглеводів) і зменшити вживання цукру (простих вуглеводів).

З формуванням культури їжі, ми ділимо страви на: закуски, перші, основні, салати, десерти. Проаналізувавши ці страви за поживною цінністю можна зробити висновок, що більший вміст цукру знаходиться в десертах. З цього формується ідея, створити продукт, який за вмістом цукру буде відповідати нормі 35 г/добу, з високим вмістом клітковини та низьким глікемічним індексом [3].

Шоколадне тістечко «Брауні» було придумане шеф-кухарем легендарного готелю «Palmer» в Чикаго в 1893 році. Це тістечко печуть там до теперішнього часу за оригінальним рецептом. З тих часів це один із найбільш відомих і популярних десертів у світі. В Україні десерт «Брауні» швидко набув популярності та користується великим попитом у всіх верств населення, особливо його любляють діти. Однак недоліком рецептури відомого десерту «Шоколадний Брауні Безглютенний» є високий вміст цукру та низький вміст клітковини, а також десерт не забезпечує достатній вміст мінеральних речовин, вітамінів та незамінних амінокислот, таких як лізин, лейцин, ізолейцин [4].

Для підприємств харчової промисловості актуальною є задача розширення сировинної бази борошна за рахунок виявлення альтернативної сировини, яка здатна повністю або частково замінити пшеничне борошно на інші види борошна з метою збагачення хімічного складу харчового продукту[5]. Інноваційна стратегічна технологія виготовлення бісквітного десерту «Брауні» функціонального призначення заключається з повної заміни основної сировини – пшеничного борошна на бобову культуру – нут та цукру на цукрозамінник – фруктоза і слугує вдалим прикладом удосконалення рецептури солодких страв.

Аналіз літературного та патентного огляду свідчить, що боби нуту містять білки, жири, клітковину, велику кількість мінералів, вітамінів і інших речовин. У нуті дуже мало калорій – 120 ккал/100 г. Через наявність у нуті комплексу вітамінів та мікроелементів він цілком придатний навіть для дитячого та дієтичного харчування. У його складі міститься велика кількість калію і кальцію, а також селену. Ці елементи впливають на регуляцію кровотворення і запобігають розвитку багатьох хвороб, зокрема й онкологічних. Також застосування нуту в харчуванні сприяє лікуванню ендокринних порушень, аритмії серця, нервових хвороб, розчиненню утворень у жовчному і сечовому міхурах, нормалізації артеріального тиску, зміцненню серцевого м'яза, підвищенню еластичності судин.

Порівняння амінокислотного складу бобових культур та яєчних продуктів свідчить, що за біологічною цінністю білки нуту наближені до білку яєць, а саме 17 амінокислот, у тому числі 9 незамінних: аргінін, трионін, валін, метіонін, лейцин, ізолейцин, фенілаланін, гістидин і лізин. У кількісному співвідношенні серед незамінних амінокислот переважають лейцин (0,47 мг/г) і лізин (0,77 мг/г). Білок нуту за амінокислотним складом наближається до ідеального за ФАО, тому ця культура може бути добрим заміном м'яса у переробній промисловості [6].

Цукрозамінник – фруктоза – це природний моносахарид, має рослинне походження і міститься у фруктах, а також в деяких овочах і в меді. Його вплив на людський організм порівняно з глюкозою можна назвати більш м'яким і щадним. Так, при попаданні в шлунково-кишковий тракт продукти, що містять фруктозу, не викликають настільки інтенсивне вироблення інсуліну. Фруктоза не викликає карієсу, і саме з цієї причини сьогодні все частіше і частіше додають до складу жувальної гумки. Серед достоїнств фруктози слід назвати її здатність після попадання в печінку трансформуватися в глікоген – полісахарид, який відповідає за тонус м'язів. Його присутність в організмі дозволяє позбутися від фізичної втоми, тому фруктоза дуже корисна для людей, які ведуть активний спосіб життя або ж постійно відчувають підвищені фізичні навантаження. Включення в раціон даних продуктів покращує роботу нервової системи, захищає серцево-судинну систему, зміцнює організм і регулює обмінні процеси [7].

Висновком із проаналізованих джерел є виявлення функціонально-технологічного потенціалу заміни пшеничного борошна на нут та цукру на фруктозу з метою створення оздоровчого функціонального продукту. Це продукти, які, не порушуючи збалансованість раціону, містять гарантовану оптимальну кількість речовин для підвищення опірності організму до шкідливої дії навколишнього середовища, обмежують накопичення токсинів та прискорюють їх виведення з організму.

Формулювання мети дослідження

Виготовлення харчових продуктів оздоровчого призначення є основною метою діяльності спеціалізованих харчових підприємств. Також посилити позицію на ринку вітчизняних кондитерських тістечок шляхом розширення асортиментного ряду, збільшення випуску виробів підвищеної харчової та біологічної цінності.

Метою даної роботи поставлена задача удосконалити самий популярний десерт у світі – шоколадне тістечко «Брауні», а саме створити десерт «БрауніНут» з оздоровчими властивостями, який за вмістом цукру буде відповідати денній нормі 35 г/добу, з високим вмістом клітковини та низьким глікемічним індексом шляхом заміни пшеничного борошна на бобову культуру – нут та цукру на цукрозамінник – фруктозу.

Викладення основного матеріалу дослідження

Для визначення кількісного вмісту мінеральних елементів та амінокислот у пшениці і нуті нами проведено його порівняльну характеристику, результати якої представлено в табл. 1 [8].

Таблиця 1

**Вміст мінеральних речовин і незамінних амінокислот у нуті та пшениці,
мг/ 100 г продукту**

Культура	Мінеральні речовини					Амінокислоти		
	P	Ca	Mg	Fe	Zn	Лізин	Метіонін	Триптофан
Пшениця	410	60	126	6	0	300	120	80
Нут	444	193	180	7	3	1539	340	220

З даних таблиці видно, що нут характеризується значним переважним вмістом усіх корисних речовин у порівнянні з пшеницею.

У зв'язку з тим, що нут використовували для збагачення тістечок амінокислотами та білками нами розраховано білковий скор в розробленому десерті, що становить – 67,42%. Взагалі, денна норма

білка для людини становить 47%, отже одержаний показник нового продукту може задовольнити денну норму споживання білку. Для зниження глікемічного індексу тістечок використовували фруктозу, у результаті чого розраховано показник, що складає 31. У підсумку, розроблений десерт можна віднести до третьої категорії продуктів з низьким показником глікемічного індексу (49 і менше).

Глікемічний індекс – це важливий показник, який враховують при складанні дієт для людей з цукровим діабетом та надлишковою вагою. Повільне засвоєння їжі, поступові підйом і зниження рівня цукру в крові при низькому глікемічному індексі допомагають людям з діабетом контролювати концентрацію глюкози в крові. Перевагами низького показника є: постійне поширення глюкози по організму тривалістю дня; зниження апетиту; низька швидкість концентрації глюкози, що не дає утворенню запасам жиру [9].

Нами у Дніпровському аграрно-економічному університеті експериментально визначено раціональні співвідношення рецептурних інгредієнтів для створення десерту «БрауНут» із задовільними показниками якості.

Експериментальні дослідження рецептур шоколадного десерту представлено в табл. 2.

Таблиця 2

Рецептури для десерту «БрауНут»

№ рецептури	Рецептурні компоненти, %								Висновки
	Нут	Яйце	Молоко 3.2%	Банан	Фруктоза	Какао-порошок	Розпушувач	Всього	
1	30	22	19	15	11	2	1	100	Незадовільні структурно-механічні властивості тіста
2	34	20	18	14	10	3	1	100	Покращені структурно-механічні показники тіста та органолептичні показники готового виробу
3	35,5	19,5	17,5	13,5	9	4	1	100	
4	37	19	17	13	8.5	4.5	1	100	Значно погіршені органолептичні показники готового виробу
5	47	16	13	10	7	6	1	100	

З даних таблиці видно, що зразки десерту «БрауНут» за рецептурами №№2-4 попадають в діапазон, що дозволяє одержати задовільні структурно-механічні показники тіста та органолептичні показники готового виробу, рецептури №1 та №5 – не відповідають контрольному зразку.

Використання методу бальної оцінки дозволило визначити органолептичні показники якості експериментальних зразків, дані яких представлено на рис. 1.

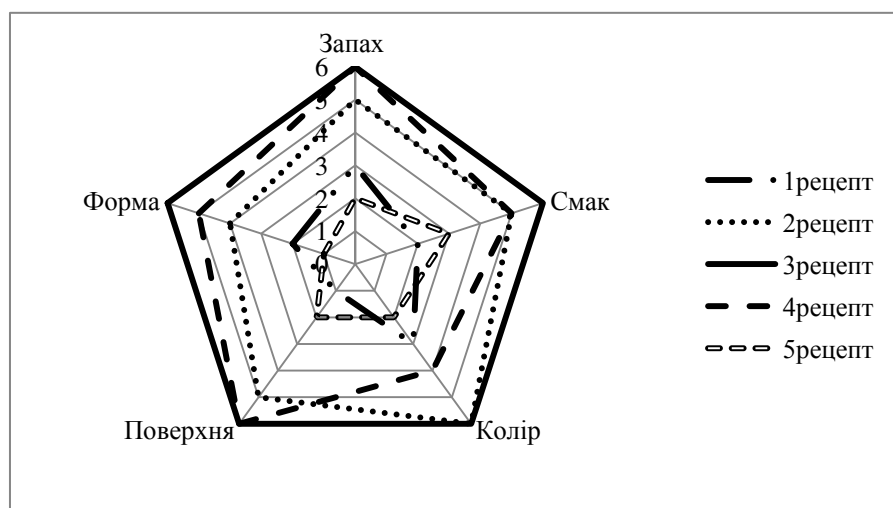


Рис. 1. Профілограми органолептичної оцінки десерту «БрауНут»

Досліджувані вироби, виготовлені на основі нуту – 35,5% (рецепт №3) мали найвищу оцінку за всіма показниками. Слід зазначити, що якість десерту суттєво знижується зі зменшенням (рецепт №1) і зі значним збільшенням (рецепт №5) частки нуту майже за усіма критеріями оцінки виробу.

Зразки десерту «БрауНут» проаналізовано за фізико-хімічними показниками якості та порівняно з контрольним зразком, що представлено на рис. 3, 4.

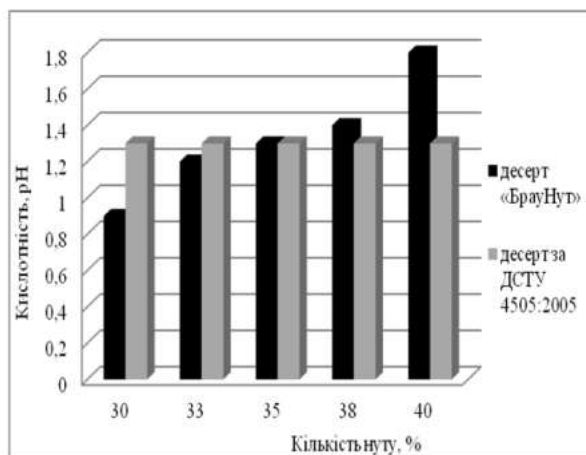


Рис. 3. Залежність кислотності від кількості сировини - нут

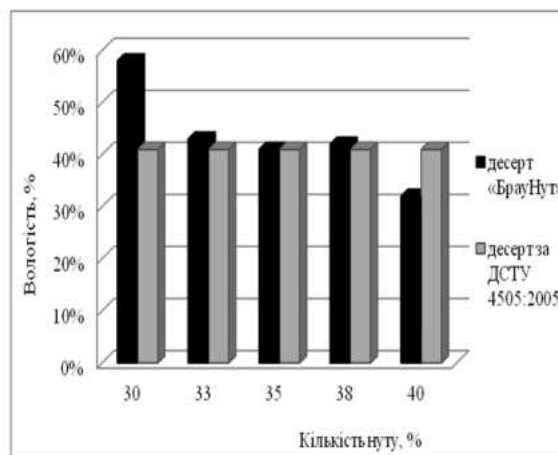


Рис. 4. Залежність вологості від кількості сировини - нут

З даних рисунків 3, 4 видно, що показники якості десертів однакові при вмісті нуту 35,5%. Отже, керуючись визначеними органолептичними та фізико-хімічними показниками якості досліджуваних зразків нами встановлено раціональні співвідношення рецептурних інгредієнтів для створення десерту «БрауНут», а саме за рецептурою №3.

Для визначення загальної думки споживача про харчування нами одержано їх відповіді на питання «Цікавитесь ви темою здорового харчування?». Соцопитування та анкетування споживачів здійснювали у місті Новомосковськ Дніпровської області в супермаркетах «Варус» та «АТБ». Більшість респондентів були зацікавлені в оздоровчих продуктах, відповідь яких склала – 92%.

За допомогою маркетингового дослідження, що включає аналіз ринку, встановлено фактичні основні сегменти кондитерських виробів, які представлено на рисунку 5 та асортиментний склад функціонально-оздоровчих кондитерських виробів (рис. 6) з метою визначення орієнтиру для створення перспективного продукту.

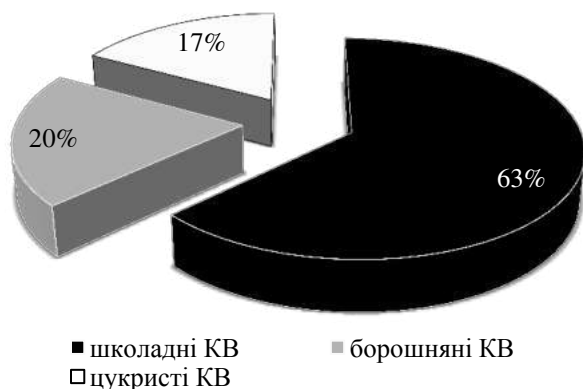


Рис. 5. Сегментація ринку кондитерських виробів

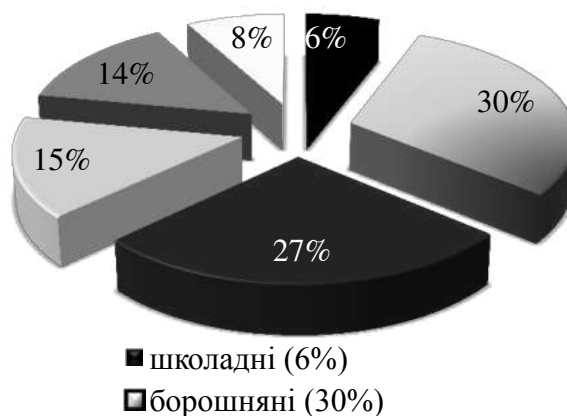


Рис. 6. Сегментація ринку кондитерських виробів оздоровчого призначення

Представлені дані (рис. 5) свідчать, що 63% споживачів віддають перевагу основному сегменту – шоколадним виробам; за асортиментним складом оздоровчого призначення (рис. 6) споживач віддає перевагу борошняним виробам (з вмістом різного виду борошна функціонального призначення) – 30%, шоколадним (шоколадно-горіхові пасти), навпаки – 6%, вірогідно це пояснюється недостатньою купівельною спроможністю.

Тому актуальним є створення функціональних продуктів на базі шоколадних кондитерських виробів з подальшим удосконаленням технології виробництва для одержання високоякісної конкурентоспроможної продукції.

Висновок

Використання запропонованої нової рецептури дозволить одержати новий харчовий продукт на основі нуту та фруктози з наступними перевагами: – забезпечення організму людини денною нормою споживання білку на 67,42%; – зниження глікемічного індексу до 31, чим задовольнить потреби людей з цукровим діабетом, надмірною вагою та людей, які ведуть здоровий спосіб життя і слідкують за своїм раціоном; – вміст 7 з 8 незамінних амінокислот, які на відміну від замінних, не можуть синтезуватися в організмі і повинні обов'язково надходити з їжею; – зміна рецептури десерту з повною заміною пшеничного борошна на нут не змінює органолептичні та фізико-хімічні показники якості у порівнянні з контрольним зразком.

Такі тістечка можуть бути включені в раціони масового, профілактичного та дитячого харчування.

Список використаної літератури

1. Дюкарева Г. І. Формування ринку кондитерських виробів в Україні // Г. І. Дюкарева, Н. М. Кривошеєва, Е. Г. Соколовская. – 2013. – С. 187-195.
2. Матіяшук О. В. Удосконалення рецептури шоколадних тістечок «брауні», збагачених льняним та вівсяним борошном / О. В. Матіяшук, Н. В. Башкірова // Young. – 2017. – Т. 42. – №. 2. – С. 192-196.
3. Смоляр В. І. Формула раціонального харчування // Проблеми харчування. – 2013. – №1. – С. 5-9.
4. Патент на корисну модель UA 118883 U, Україна, МПК A23L 21/10. Склад шоколадного брауні «Безглютеновий» / Гвізда Н. В., Люлька О. М. Заявник і патентовласник Національний університет харчових технологій. – № u 201703292; заявл. 06.04.17; опубл. 28.08.17. Бюл. № 16.
5. Неміріч О. В. Перспективні напрямки підвищення біологічної цінності борошняного кондитерського виробу «брауні» спеціального призначення / О. В. Неміріч, В. М. Михайленко, М. Й. Браташ // Актуальные проблемы современной науки. – 2018. – С. 61-65.
6. Рогова А. Л. Підвищення біологічної цінності бісквітних виробів за рахунок використання борошна з нуту / А. Л. Рогова, Ю. О. Положишников // Тези доп. «Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини». – 2011. – С. 151-153.
7. Дорохович В. В. Розробка раціональних технологій діабетичних борошняних кондитерських виробів на основі фруктози: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.16 «Технологія продуктів харчування» / В. В. Дорохович. – Київ, 2000. – 21 с.
8. Якубко Х.-Д., Ешкайт Х. Амінокислоти. Пептиди. Білки. М.: Світ, 1985. – 456 с.
9. Дорохович В. В. Наукове обґрунтування і розроблення технологій борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного споживання: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.18.16 «Технологія продуктів харчування» / В. В. Дорохович. – Київ, 2010. – 39 с.

УДК 664.144

В.С. КАЛИНА, О.В. ОЛІЙНИК
Дніпровський аграрно-економічний університет**УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ КРЕМОВО-ЗБИВНИХ ЦУКЕРОК
«ЧАРІВНЕ МОЛОКО», ЗБАГАЧЕНИХ БДЖОЛИНИМ ОБНІЖЖЯМ**

У даній роботі удосконалено рецептуру виготовлення збивних цукерок «Пташине молоко» з використанням бджолиного обніжжя з метою одержання виробів з підвищеною харчовою та біологічною цінністю за рахунок збільшеного вмісту незамінних амінокислот, мінеральних речовин та харчових волокон. Проаналізовано порівняльну характеристику кількісного вмісту мінеральних елементів у бджолиному обніжжі різного ботанічного походження: конюшина лучна, гіркокаштан, фацелія, кульбаба, соняшник, мак дикий, гречка, боби кормові та встановлено пріоритетні види медоносних рослин, бджолине обніжжя з яких доцільно використовувати при виготовленні продукту з метою підвищеного вмісту сполук важливих для організму людини. В якості об'єкту та предмету досліджень обрано: технологія виробництва збивних цукерок «Пташине молоко»; бджолине обніжжя (квітковий пилок), шоколадна глазур. В роботі використано рецептурні інгредієнти: яйця курячі, вершки 10%, цукор, патоку крохмальну, агар, згущене молоко, шоколад з вмістом какао 72%, шоколад з вмістом какао 65%. Визначено термін зберігання та органолептичні показники якості досліджуваних зразків. Встановлено раціональні умови, технологічні параметри, співвідношення рецептурних інгредієнтів для створення продукту функціонального призначення. Визначено, що додавання бджолиного обніжжя у кількості 9% від загальної маси шоколадної глазури з вмістом какао 65% забезпечує найкращі показники якості розробленого продукту. Проведено маркетингове дослідження щодо існуючого ринку збивних цукерок для визначення доцільності виробництва у промислових масштабах. Виявлено роль та місце збивних виробів у раціоні харчування споживачів за допомогою їх інтерв'ювання, в опитуванні приймали участь 52 респонденти – 14 чоловіків та 38 жінок за різною віковою категорією. Розраховано калорійність розробленого продукту, що становить 353, 80 ккал/100 г.

Ключові слова: збивні цукерки, кондитерські вироби, бджолине обніжжя, харчування.

В.С. КАЛИНА, А.В. ОЛЕЙНИК
Днепро́вский аграрно-экономический университет**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ КРЕМОВО-СБИВНИХ КОНФЕТ
«ПТИЧЬЕ МОЛОКО», ОБОГАЩЕННЫХ ПЧЕЛИНОЙ ПЫЛЬЦОЙ**

В данной работе усовершенствована рецептура изготовления сбивных конфет «Птичье молоко» с использованием пчелиной обножки с целью получения изделий с повышенной пищевой и биологической ценностью за счет увеличенного содержания незаменимых аминокислот, минеральных веществ и пищевых волокон. Проанализирована сравнительная характеристика количественного содержания минеральных элементов в пчелиной пыльце различного ботанического происхождения: клевер луговой, каштан, фацелія, одуванчик, подсолнечник, мак дикий, гречка, бобы кормовые и установлены приоритетные виды медоносных растений, пчелиная пыльца из которых целесообразна для использования при изготовлении продукта с целью повышения содержания полезных соединений для организма человека. В качестве объекта и предмета исследований выбраны: технология производства сбивных конфет «Птичье молоко»; пчелиная пыльца (цветочная пыльца), шоколадная глазурь. В работе использованы рецептурные ингредиенты: яйца куриные, сливки 10%, сахар, патока крахмальная, агар, сгущенное молоко, шоколад с содержанием какао 72%, шоколад с содержанием какао 65%. Определен срок хранения и органолептические показатели качества исследуемых образцов. Установлены рациональные условия, технологические параметры, соотношение рецептурных ингредиентов для создания продукта функционального назначения. Определено, что добавление пчелиной пыльцы в количестве 9% от общей массы шоколадной глазури с содержанием какао 65% обеспечивает наилучшие показатели качества разработанного продукта. Проведено маркетинговое исследование по существующему рынку сбивных конфет для определения целесообразности производства в промышленных масштабах. Вывявлена роль и место сбивных изделий в рационе питания потребителей с помощью их интервьюирования, в опросе принимали участие 52 респондента – 14 мужчин и 38 женщин разной возрастной категории. Рассчитана калорийность разработанного продукта, которая составляет 353, 80 ккал/100 г.

Ключевые слова: сбивные конфеты, кондитерские изделия, пчелиная пыльца, питание.

V.S. KALYNA, O.V. OLIINYK
Dnipro State Agrarian and Economic University

IMPROVEMENT OF RECREATION OF CREAM-BENDED CONFET "BIRD'S MILK", ENRICHED WITH BEE POCHEH

In this work, the recipe for the production of confectionery "Bird's Milk" was improved with the use of bee dressing in order to produce products with increased nutritional and biological value at the expense of increased content of essential amino acids, minerals and food fibers. The comparative characteristic of the quantitative content of mineral elements in bee pollen of different botanical origin is analyzed: meadow clover, chestnut, hazelnut, dandelion, sunflower, poppy, buckwheat, fodder beans and established priority species of honey plants, which bee pollen is suitable for use in the manufacture of the product with the purpose of increasing the content of useful compounds for the human body. As the object and subject of research were selected: the technology of production of confectionery "Bird's milk"; bee pollen (flower pollen), chocolate glaze. Prescription ingredients were used: chicken eggs, 10% cream, sugar, starch molasses, agar, condensed milk, chocolate with 72% cocoa, chocolate with 65% cocoa content. The storage time and organoleptic characteristics of the samples under investigation are determined. The rational conditions, technological parameters, the ratio of the prescription ingredients to create a product of functional purpose are established. It has been determined that the addition of bee pollen in a quantity of 9% of the total mass of chocolate glaze with 65% cocoa content provides the best indicators of the quality of the developed product. A marketing study was conducted on the existing market of sweetened sweets to determine the expediency of production on an industrial scale. The role and place of stuffed products in the diet of consumers was revealed through interviewing, 52 respondents participated in the survey - 14 men and 38 women of different age categories. Calculated caloric content of the developed product, which is 353, 80 kcal / 100 g.

Keywords: whipped sweets, confectionery, bee pollen, food.

Постановка проблеми

Цукерки мають приємний смак і аромат, привабливий зовнішній вигляд, високу енергетичну цінність. В більшості виробів енергетична цінність зумовлена переважно вуглеводним складом, особливо цукрозою, глюкозою і фруктозою, які швидко засвоюються клітинами організму, також характеризуються обмеженою біологічною цінністю. У складі цукерок у тому числі і збивних мало білків, відсутні деякі незамінні амінокислоти, у багатьох мало поліненасичених жирних кислот, фосфоліпідів, вітамінів, макро- і мікроелементів, поліфенольних сполук, харчових волокон. Хімічний склад цих виробів потребує певної корекції щодо збільшення вмісту цих елементів з одночасним зниженням енергетичної цінності.

За даними досліджень в останні десятиліття більшість населення Європейських країн у тому числі і України в своєму раціоні споживають переважно продукти промислового виробництва. Серед таких продуктів значне місце посідають кондитерські вироби. Ринок кондитерських виробів України за насиченістю та асортиментом наближається до європейських країн. Кондитерські вироби України включають близько 2000 найменувань, а асортиментний склад європейських країн налічує приблизно 2300-3000 од. Понад 90% ринку солодошів належить вітчизняній продукції. В Україні їх виготовляють більше 800 підприємств. Основними виробниками українського внутрішнього кондитерського ринку є ПАТ «ВО «Конті», ПАТ «ККФ «Roshen», ПАТ «КФ «АВК», корпорація «Бісквіт-Шоколад», ЗАТ «Житомирські ласощі» та ін. Зміни раціону харчування та харчові звички призводять до того, що все більше дорослих та дітей харчуються не вдома та споживають їжу, яка містить більше калорій, цукру та жирів. Це в значній мірі призводить до поширення несприятливих чинників способу життя і підвищення ризиків надлишкової маси тіла та ожиріння. Неприпустимо низьким є рівень освіти населення з питань раціонального харчування та обізнаності громадян України щодо ризиків розвитку неінфекційних хронічних хвороб, які пов'язані із нераціональним харчуванням. Економічна недоступність населенню натуральних харчових продуктів, зміна харчових звичок, зниження якості продуктів вже призводять до істотних якісних змін у раціоні харчування всіх верств населення. Унаслідок цього підприємства мають динамічно вирішувати питання оцінки стратегії своєї поведінки не лише сьогодні, але й у перспективі, а також слідкувати за ситуацією потреб населення у сфері здорового харчування. Процеси глобалізації, що відбуваються у сфері забезпечення населення продуктами харчування, а також перетворення в умовах економічної кризи якості харчових продуктів на категорію суто економічну створюють серйозні проблеми в харчуванні населення. Це призводить до розвитку так званого "прихованого голоду", а саме дефіциту мікронутрієнтів – мінеральних речовин і вітамінів [1, 2].

З формуванням культури їжі, ми маємо поняття таких страв як: закуски, перші, основні, салати, десерти, кондитерські вироби. Аналіз цих страв за харчовими показниками показують, що найбільший вміст цукру та найменший вміст вітамінів, макро- та мікроелементів знаходиться в кондитерських виробах. Велика частина населення України, особливо молодь та діти, з задоволенням вживають

солодощі у вигляді цукерок, тортів, печива та інше. Ця продукція представлена великою групою виробів, різноманітною за своїм асортиментом, зовнішнім виглядом, ароматом та смаком. Основною сировиною в кондитерських виробках є борошно, цукор, жири, ячні та молочні продукти. Цукерки багаті на вуглеводи за рахунок вмісту в них цукру, жирів та інших інгредієнтів з високою енергетичною цінністю. Більшість видів цукерок бідні на вітаміни та біологічно активні речовини, за рахунок їх відсутності в основній сировині, або руйнації під дією високих температур під час виробництва.

У 1967 році технолог Владивостоцької кондитерської фабрики Ганна Чулкова розробила рецептуру і технологію виробництва збивних цукерок «Пташине молоко», які почали виробляти у СРСР. Ці цукерки виробляють вже більше 50 років. Цукерки на основі збивної маси виробляють багато років і в інших країнах. В Україні збивні цукерки «Пташине молоко» користуються великим попитом у всіх верствах населення, особливо їх люблять діти. Для дитячого організму в період інтенсивного росту вкрай важливо отримувати з їжею якомога більше корисних речовин [3]. З цього формується ідея, удосконалити збивні цукерки «Пташине молоко», підвищити їх харчову та біологічну цінність шляхом додавання до складових компонентів шоколадної глазури бджолиного обніжжя [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для підприємств харчової промисловості актуальною є задача розширення сировинної бази за рахунок виявлення альтернативної сировини. Вивченню особливостей діяльності підприємств кондитерської галузі та розвитку ринку кондитерських виробів в Україні значну увагу приділяли у своїх працях багато вчених-технологів.

Аналіз літературного огляду свідчить, що бджолине обніжжя має унікальний хімічний склад. Він містить: бета-каротин, вітаміни А, В1, В2, В5, В6, В9, С, Е, Н і РР, а також мікро- і макроелементи, необхідні організму: калій, кальцій, магній, цинк, мідь, залізо, хлор, сірка, фосфор і натрій. Білок, що міститься у бджолиному обніжжі, легко засвоюється і містить практично всі амінокислоти, в тому числі і незамінні жирні кислоти, без яких неможливе будівництво клітин організму. Вживання бджолиного обніжжя сприяє зниженню рівня «поганого» холестерину в крові, стимулює обмінні процеси організму, зміцнює стінки судин і підвищує їх еластичність. У бджолиному обніжжі медики виявили натуральний антибіотик, який суттєво уповільнює ріст злоякісних клітин. Бджолине обніжжя покращує склад крові і сприяє підвищенню рівня гемоглобіну, корисне для тих, хто має проблеми з кровотворенням. Застосування пилкового обніжжя тривалістю місяць у хворих із залізодефіцитними анеміями різного генезу і В12-дефіцитними анеміями покращувало утилізацію заліза (особливо до кінця третього тижня) в порівнянні з групою хворих, які отримували тільки звичайну терапію [5, 6].

У квітковому пилку виявлено ферменти (до 50), в тому числі амілаза, інвертаза, фосфатаза, каталаза, пероксидаза, фосфорилаза, трегалаза та інші. Антиоксидантні властивості пояснюються наявністю вітаміну Е, каротиноїдів, вітаміну С [7]. Стимуляція регенерації пояснюється присутністю вітамінів А, В1, Е і фолієвої кислоти, яка, в свою чергу, збільшує синтез нуклеїнових кислот [8]. Обніжжя складається з пилкових зерен, змочених нектаром або медом. У зв'язку з цим за хімічним складом обніжжя є сумішшю речовин рослинно-тваринного походження.

Формулювання мети дослідження

Виготовлення харчових продуктів оздоровчого призначення є основною метою діяльності спеціалізованих харчових підприємств. Також посилити позицію на ринку вітчизняних збивних цукерок шляхом розширення асортиментного ряду, збільшення випуску виробів підвищеної харчової та біологічної цінності.

Метою даної роботи є збагачення хімічного складу – збивних цукерок «Пташине молоко», шляхом збільшення вітамінно-мінерального складу, що відіграють важливу роль в організмі людини.

Викладення основного матеріалу дослідження

Для визначення кількісного вмісту мінеральних елементів у бджолиному обніжжі різного ботанічного походження нами проведено його порівняльну характеристику, результати якої представлено в табл. 1.

З даних таблиці видно, що бджолине обніжжя різних видів рослин характеризується значними коливаннями вмісту мінеральних елементів в залежності від ботанічного походження. Види рослин з підвищеною кількістю калію і фосфору – з конюшини, бобів кормових, гречки, гіркокаштану, маку дикого; заліза і цинку – з фацелії, конюшини. Найбільша кількість кальцію, магнію та фосфору виявлена в обніжжі бобів кормових.

За результатами досліджень вмісту мінеральних елементів в залежності від ботанічного походження встановлено пріоритетні види медоносних рослин, бджолине обніжжя з яких доцільно використовувати. Обніжжя конюшини лучної, кормових бобів та гіркокаштану має підвищений вміст важливих для організму людини сполук, що робить його особливо цінним серед інших.

Нами у Дніпровському аграрно-економічному університеті експериментально розроблено рецептуру збивних цукерок «Пташине молоко», що представлено в табл. 2.

Таблиця 1

Вміст мінеральних елементів у бджолиному обніжжі різного ботанічного походження, мг/кг повітряно-сухої речовини

Елемент	Рослина							
	конюшина лучна	гірко-каштан	фацелія	кульбаба	соняшник	мак дикий	гречка	боби кормові
K	7829,0	7094,0	5969,0	1544,0	4633,0	6804,0	6004,0	7985,0
Ca	1486,0	1368,0	1109,0	1591,0	379,0	1856,0	1479,0	1862,0
Mg	949,0	992,0	610,0	193,0	642,0	1749,0	1247,0	2189,0
Fe	97,5	65,2	64,4	44,1	53,7	65,0	66,0	69,0
Na	35,8	65,8	65,2	48,4	59,1	70,9	63,9	68,0
Zn	42,1	51,4	46,6	22,2	43,0	35,9	38,1	41,5
Mn	26,8	40,4	34,3	6,4	22,1	20,4	29,8	22,0
Cu	7,07	21,4	4,59	4,87	5,16	7,45	10,85	7,62
Mo	0,35	0,79	0,28	0,12	0,15	0,26	0,19	0,09
Co	0,022	0,023	0,019	0,024	0,016	0,064	0,056	0,092
P	2436,0	2337,0	2239,0	1006,0	1967,0	2516,0	2454,0	2671,0

Таблиця 2

Рецептури для збивних цукерок «Пташине молоко»

№ з/п	Рецептурні інгредієнти, %								Характеристика продукту
	збивна маса						глазур		
	цукор	згущене молоко	вершки 10%	агар	яєчний білок	лимонна кислота	бджолине обніжжя	какао в шоколадній глазурі	
1	18	9	25	0,4	20	0,18	5	65	Зменшення збивної маси в об'ємі.
2	29	10	20	0,6	15	0,18	7	65	Збивна маса з високою піноутворюючою здатністю стійкої консистенції.
3	29	12	19	0,8	9,6	0,20	9	65	
4	30	14	20	0,6	25	0,18	11	65	Зменшення збивної маси в об'ємі, рідка консистенція.
5	18	15	25	0,4	25	0,20	11	72	

На основі проведених досліджень встановлено оптимальне співвідношення основних рецептурних інгредієнтів. З даних таблиці можливо зробити наступні висновки: експериментальні зразки збивних цукерок «Пташине молоко» за рецептурами №2, №3 попадають в діапазон, який дозволяє отримати задовільні структурно-механічні показники збивної маси та шоколадної глазури, а також органолептичні показники та показники біологічної цінності готового виробу. Рецептури №1, №4, №5 – не відповідають контрольному зразку.

Для визначення доцільності виробництва збивних цукерок з використанням бджолиного обніжжя у промислових масштабах нами проведено маркетингове дослідження. Для виробника нової продукції доцільним є дослідження існуючого ринку даної групи товарів і вивчення споживчих потреб. З цією метою проводили інтерв'ювання споживачів. В опитуванні приймали участь 52 респонденти. Серед них було 14 чоловіків та 38 жінок за різною віковою категорією (рис. 1). Для визначення загальної думки споживача про харчування нами одержано їх відповіді на питання «Цікавитесь ви темою здорового харчування?» (рис. 2).

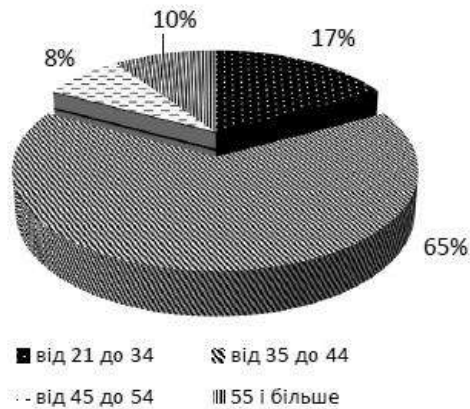


Рис. 1. Розподіл відповідей респондентів за віком

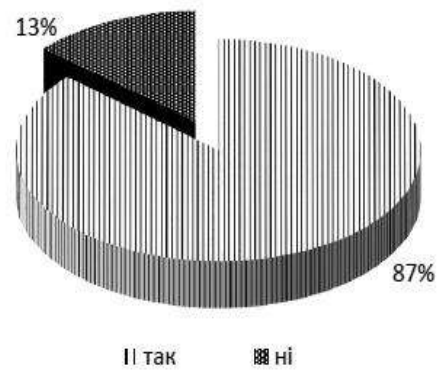


Рис. 2. Відношення респондентів до здорового харчування

Одержані результати свідчать про те, що в опитування приймали більшу участь люди з віком від 35 до 44 років, вік яких є більш серйозним та стабільним. З метою створення перспективного продукту оздоровчого призначення визначено, що 87% респондентів цікавляться темою здорового харчування.

Під час дослідження існуючого ринку збивних цукерок виявлено, що близько 9% – це імпортні вироби, в основному вироби з Білорусії та Польщі.

Анкетування респондентів допомогло з визначенням перспективності створення даного продукту з певними споживчими властивостями. Причини вибору збивних виробів споживачами представлено на рис. 3.

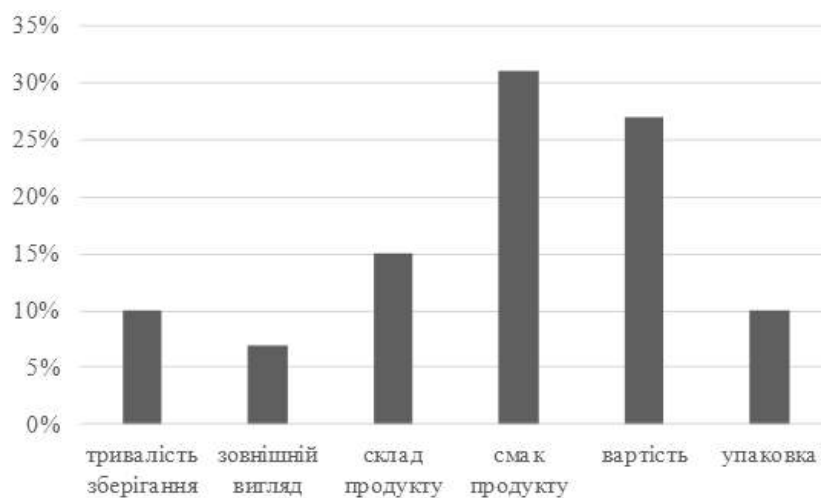


Рис. 3. Основні критерії вибору збивних виробів

Аналіз одержаних результатів після опитування споживачів різної вікової категорії свідчить, що головними критеріями їх вибору серед виробів того чи іншого виробника є: «смакові властивості» – 30,77%, «вартість» – 26,92%, «склад продукту» – 15,38%. Більшість споживачів обирають переважно шоколадні цукерки або цукерки вкриті шоколадною глазур'ю. Серед споживачів, які купують цукерки більшість це – жінки. Важливим фактором при виборі цукерок для покупців є калорійність цукерок та наявність корисних компонентів. Асортимент практично всіх кондитерських підприємств, що випускають цукерки включає збивні цукерки типу «Пташине молоко».

Висновки

Удосконалий нами продукт відноситься до сегменту оздоровчого призначення, він допоможе задовільнити потреби дитячого організму в мінеральних елементах, а також стати корисним для людей з захворюваннями системи кровотворення та людей, що ведуть здоровий спосіб життя і слідкують за своїм раціоном. Технічний результат полягає у створенні збивних цукерок функціонального призначення з додаванням бджолиного обніжжя. Сукупність усіх ознак заявленої рецептури дозволяє розробити цукерки особливого складу, збалансованого за поживними речовинами; розширити асортимент

кондитерських виробів та дає можливість споживання корисного продукту дітям та хворим з низьким рівнем гемоглобіну. В залежності від ботанічного походження бджолине обніжжя має різний склад, що дозволяє в залежності від потреби одержати вироби з необхідним вмістом корисних речовин.

Список використаної літератури

1. Чурсінов, Ю. О. Технологічні аспекти виробництва зернових продуктів з високою біологічною цінністю / С. Ю. Миколенко, В. Ю. Соколов, В. В. Біленко // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2015. – №3. – С. 70-75.
2. Pivovarov A.. Plasma-chemically activated water influence on staling and safety of sprouted bread / S. Mykolenko, Y. Hez, S. Shcherbakov // Food science and technology. 2018. – V. 12. №2. – P. 100-107.
3. Conte P. Bee pollen as a functional ingredient in gluten-free bread: A physical-chemical, technological and sensory approach / P. Conte, A. Del Caro, F. Balestra, A. Piga, C. Fadda // LWT. – 2018. – V. 90. – P. 1-7.
4. Gardana C. Nutrients, phytochemicals and botanical origin of commercial bee pollen from different geographical areas / C. Gardana, C. Del Bo, M.C. Quicazán, A.R. Correa // Journal of Food Composition and Analysis. – 2018. – V. 73. – P. 29-38.
5. Бекетов, В. Н. Пыльца в комплексном лечении анемий / В. Н. Бекетов, Ю. О. Берман, В. А. Кондурцев и др. // Передовые технологии в пчеловодстве. Материалы научно-практической конференции. – Рыбное, 2003. – С. 129 – 132.
6. Мачекас, А. Ю. Исследование динамики изменения витаминов в законсервированной обножке / А. Ю. Мачекас, А. Э. Астраускене // Апитерапия. Биология и технология продуктов пчеловодство, том. 2. – Днепропетровск, 1988. – С. 30 – 36.
7. Кадзяускене, К. В. Цветочная пыльца – натуральный адаптоген / К. В., Кадзяускене Э. С. Чанкявичене, А. Э. Кранаускас и др. // Биологически активные продукты пчеловодства и их использование. – Горький, 1990. – С. 159 – 167.
8. Antioxidative properties of bee pollen in selected plant species / M. Leja, A. Mareczek, G. Wyżgolik, J. Klepacz-Baniak // Food chemistry. 2007. V. 100. №1. – P. 237-240.

УДК 664.849

М.Л. КУЛІГІН, О.В. СКРОПИШЕВА, В.П. ГНІДЕЦЬ
Херсонський національний технічний університет**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СТРУКТУРОУТВОРЮВАЧІВ, ЗАГУЩУВАЧІВ,
ВОЛОГОУТРИМУЮЧИХ АГЕНТІВ НА КОНСИСТЕНЦІЮ ПЛОДОВО-
ЯГІДНОГО МОРОЗИВА (ЧАСТИНА 2)**

В роботі було досліджено вплив регуляторів консистенції - камеді ріжкового дерева, ксантанової камеді, гуарової камеді, альгінату натрію, пектину на реологічні властивості плодово-ягідного морозива. Визначена ефективність використання камедей в якості регуляторів консистенції. Встановлено, що використання ксантанової камеді, гуарової камеді, камеді ріжкового дерева в якості стабілізаторів консистенції дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням крохмалю при значно менших концентраціях та отримати більш стабільні реологічні характеристики морозива на всьому діапазоні швидкостей зсуву. Визначена ефективність використання пектину в якості регулятора консистенції. Встановлено, що використання пектину дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням крохмалю при менших концентраціях, але більших ніж у камедей, основний недолік пектину, як регулятора консистенції – недостатня в'язкість при високих швидкостях зсуву. Визначена ефективність використання альгінату натрію в якості регулятора консистенції, встановлено, що альгінат натрію дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням камедей, має такий недолік – недостатню в'язкість при високих швидкостях зсуву.

Досліджено вплив регуляторів консистенції на органолептичні властивості плодово-ягідного морозива. Встановлено, що камеді при високих концентраціях вносять присмак, тому їх бажано використовувати у композиціях з іншими регуляторами консистенції: пектином, альгінатом натрію, нативним та модифікованим крохмалем. Пектин та альгінат натрію не змінюють смаку продукту.

Ключові слова: морозиво, реологія, регулятори консистенції.

М.Л. КУЛИГИН, Е.В. СКРОПЫШЕВА, В.П. ГНИДЕЦ
Херсонский национальный технический университет**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЕЙ, ЗАГУСТИТЕЛЕЙ,
ВЛАГОУДЕРЖИВАЮЩИХ АГЕНТОВ НА КОНСИСТЕНЦИЮ ПЛОДОВО-
ЯГОДНОГО МОРОЖЕНОГО (ЧАСТЬ 2)**

В работе было исследовано влияние регуляторов консистенции - камеди рожкового дерева, ксантановой камеди, гуаровой камеди, альгината натрия, пектина на реологические свойства плодово-ягодного мороженого. Определена эффективность использования камедей в качестве регуляторов консистенции. Установлено, что использование ксантановой камеди, гуаровой камеди, камеди рожкового дерева в качестве стабилизаторов консистенции позволяет получить значения вязкости идентичные вязкости систем с использованием крахмала при значительно меньших концентрациях и получить более стабильные реологические характеристики мороженого на всем диапазоне скоростей сдвига. Определена эффективность использования пектина в качестве регулятора консистенции. Установлено, что использование пектина позволяет получить значения вязкости идентичны вязкости систем с использованием крахмала при меньших концентрациях, но больших чем при использовании камедей, основной недостаток пектина, как регулятора консистенции - недостаточная вязкость при высоких скоростях сдвига. Определена эффективность использования альгината натрия в качестве регулятора консистенции, установлено, что альгинат натрия позволяет получить значения вязкости идентичны вязкости систем с использованием камедей, имеет такой недостаток - недостаточную вязкость при высоких скоростях сдвига.

Исследовано влияние регуляторов смеси на органолептические свойства плодово-ягодного мороженого. Установлено, что камеди при высоких концентрациях вносят привкус, поэтому их желательно использовать в композициях с другими регуляторами консистенции: пектином, альгинатом натрия, нативным и модифицированным крахмалом. Пектин и альгинат натрия не меняют вкуса продукта.

Ключевые слова: мороженое, реология, регуляторы консистенции.

M. KULIGIN, O. SKROPISHEVA, V. HNIDETS
Kherson National Technical University

INVESTIGATION INFLUENCE OF STRUCTURALFORMS, DETERMINANTS, HYDROGENERABLE AGENTS ON THE CONSISTENCY OF FRUIT AND BERRY ICE CREAM (PART 2)

In this work, the influence of regulators of consistency - caraway gum, xanthan gum, guar gum, sodium alginate and pectin on rheological properties of fruit and berry ice cream were investigated. The effectiveness of using gums in the form of consistency regulators has been determined. It has been established that the use of xanthan gum, guar gum, caraway gum as a stabilizer of consistency allows the viscosity values to be identical to the viscosity of systems using starch at significantly lower concentrations and to obtain more stable rheological characteristics of ice cream throughout the range of shear rates. The effectiveness of using pectin as a consistency regulator has been determined. It has been established that the use of pectin allows to obtain viscosity values identical to the viscosity of systems using starch at lower concentrations, but larger than gums, the main disadvantage of pectin as a consistency regulator is insufficient viscosity at high shear rates. The efficiency of using sodium alginate as a consistency regulator has been determined, it has been established that sodium alginate allows the viscosity values to be identical to the viscosity of systems using gums, and this lack is insufficient viscosity at high shear rates.

The influence of consistency regulators on the organoleptic properties of fruit and berry moraise has been investigated. It has been established that gum in high concentrations add flavor, therefore it is desirable to use them in compositions with other regulators of consistency: pectin, sodium alginate, native and modified starch. Pectin and sodium alginate do not change the taste of the product.

Keywords: ice cream, rheology, consistency regulators.

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій та формулювання мети дослідження наведено в першій частині дослідження [1].

Дослідження впливу ксантанової камеді на консистенцію плодово-ягідного морозива

По хімічній природі ксантанова камедь є полісахаридом, що отримується шляхом ферментації з використанням бактерії *Xanthomonas campestris*. Ксантанова камедь використовується в харчових системах в якості згущувача, гелеутворювача і стабілізатора, добре розчиняється у холодній і гарячій воді, молоці, а також у розчинах солі і цукру. Молекули ксантану адсорбують воду з утворенням тривимірної сітки з подвійних спіралей ксантану, за структурою близька з гелем, але відрізняється меншою в'язкістю. У зв'язку з цим, ксантан зазвичай використовують як згущувач або стабілізатор, а не гелеутворювач.

На першому етапі роботи в якості регулятора консистенції плодово-ягідного морозива використовувалась ксантанова камедь. Досліджувались дві системи: «пюре-ксантанова камедь-вода» та «сік-ксантанова камедь». Результати дослідження консистенції плодово-ягідного морозива наведено на рис. 1.

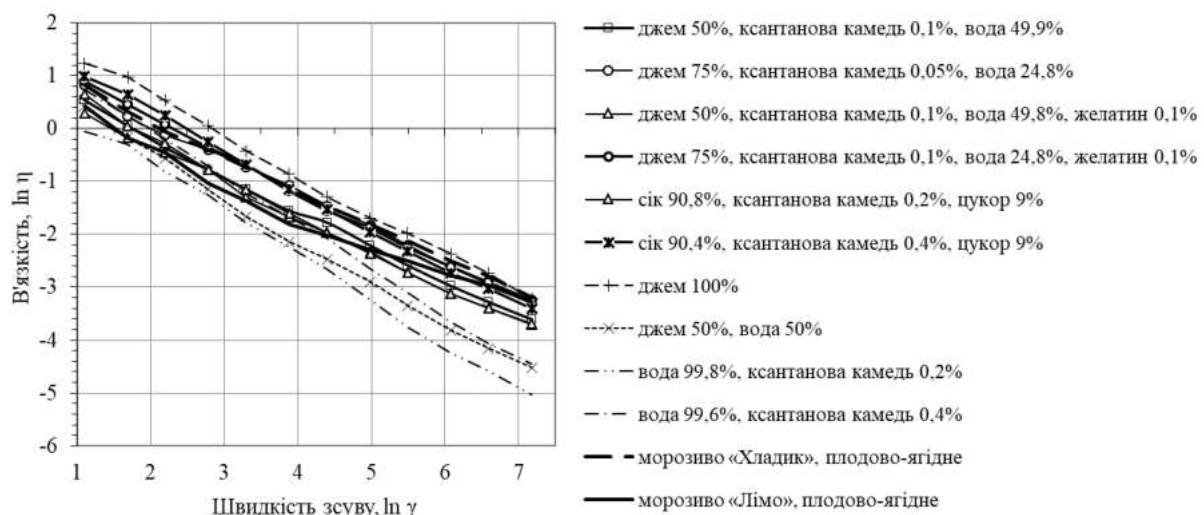


Рис. 1. В'язкість плодово-ягідного морозива з додаванням ксантанової камеді різної концентрації

Аналіз даних рис. 1 свідчить, що використання ксантанової камеді в якості регулятора консистенції дозволяє отримати в'язкі системи при концентрації декілька разів нижче, ніж при використанні крохмалю. Так в системі «пюре-ксантанова камедь-вода» достатня концентрація складає 0,1%. В системі «сік-ксантанова камедь» збільшення концентрації вдвічі – з 0,2% до 0,4% в'язкість зросла в середньому на 60%, максимальні розходження досягались при низьких швидкостях зсуву і склали 186-1082%.

Для зв'язування вологи, таким чином, зменшення кристалів льоду при фрезеруванні в композицію «пюре + ксантанова камедь + вода» додавали желатин. Встановлено, що додання желатину з концентрацією 0,1% значно не вплинуло на в'язкість системи, яка зросла в середньому на 4%, але при низьких швидкостях зсуву була більш істотно і складала до 90%.

У порівнянні з системою в якій був використаний крохмаль в якості стабілізатора консистенції рецептури з використанням ксантанової камеді дозволяють отримати більш стабільні результати на всьому діапазоні швидкостей зсуву. До реологічних властивостей еталонного морозива наблизились як варіанти систем на базі соку, так і з використанням джему.

Таким чином можливо зробити висновок, що використання ксантанової камеді в якості регулятора консистенції дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням крохмалю при значно менших концентраціях та отримати більш стабільні реологічні характеристики морозива на всьому діапазоні швидкостей зсуву.

Дослідження впливу гуарової камеді на консистенцію плодово-ягідного морозива

Гуарова камедь (E412) — харчова добавка, що відноситься до групи стабілізаторів, згущувачів, емульгаторів, використовується в харчовій промисловості як згущувач, що сприяє підвищенню в'язкості. По хімічному складу гуарова камедь подібна камеді ріжкового дерева. Є полімерним з'єднанням, що містить залишки галактози. Речовина володіє достатньою жорсткістю і підвищеною еластичністю, добре розчинна у воді. Завдяки цим властивостям визнається досить ефективним емульгатором і стабілізатором. Вважається, що вона практично не всмоктується в кишечнику і сприяє зменшенню апетиту і дуже ефективно знижує рівень холестерину і насичених жирів в організмі. Основною властивістю гуарової камеді є здатність сповільнювати кристалізацію льоду в різних заморожених продуктах, завдяки чому особливо часто вона застосовується в морозиві або в виготовленні різноманітних охолоджених кондитерських виробів. Камедь швидко гідратується в холодній воді і створює в'язкий псевдопластичний розчин з низькою міцністю. Камедь гуара більш розчинна, ніж камедь ріжкового дерева, і в порівнянні з нею – кращий емульгатор. При цьому камедь гуара виявляє достатню стійкість у процесах заморожування-відтавання, уповільнює виникнення кристалів льоду, утворюючи структурований гель. У з'єднанні з камеді ксантану проявляє синергізм.

На другому етапі роботи в якості регулятора консистенції плодово-ягідного морозива використовувалась камедь гуара. Досліджувались дві системи: «пюре-ксантанова камедь-вода» та «сік-ксантанова камедь». Результати дослідження консистенції плодово-ягідного морозива наведено на рис. 2.

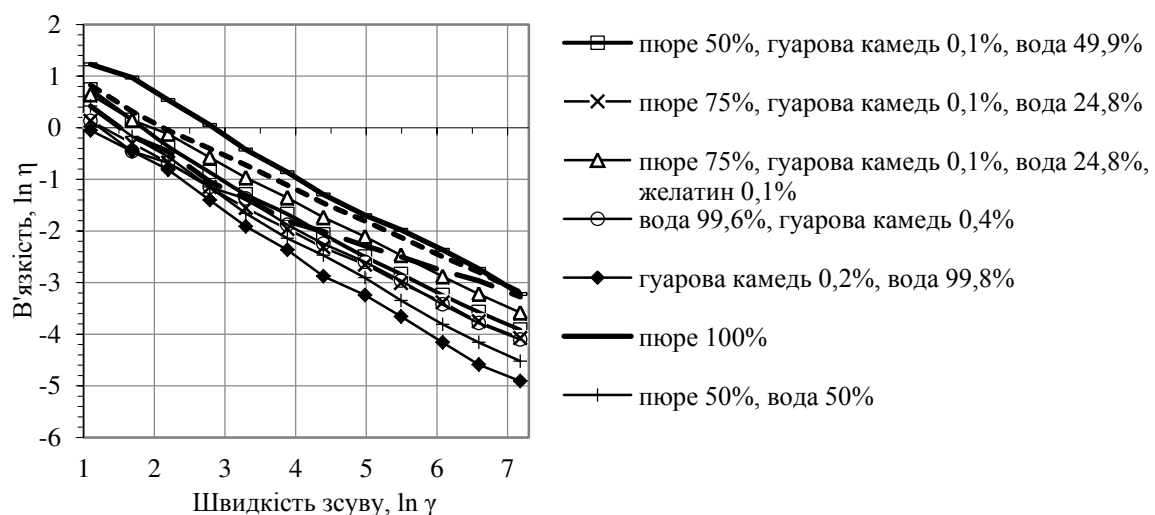


Рис. 2. В'язкість плодово-ягідного морозива з доданням гуарової камеді різної концентрації

Аналіз даних рис. 2 свідчить, що використання гуарової камеді в якості регулятора консистенції дозволяє отримати в'язкі системи при концентрації в декілька разів нижче, ніж при використанні крохмалю. Так в системі «пюре-гуарова камедь-вода» достатня концентрація складає 0,1%.

При дослідженні ізольованої системи «гуарова-камедь-вода» підвищення концентрації камеді вдвічі – з 0,2% до 0,4% призвело до зростання в'язкості в середньому на 45%.

На відміну від ксантанової камеді додавання в систему «пюре-гуарова камедь-вода» желатину концентрації 0,1% для зв'язування вологи значно вплинуло на в'язкість системи, яка зросла в середньому на 5%, але при низьких швидкостях зсуву була більш помітна і складала до 149-389%.

До реологічних властивостей морозива «Хладик» наблизився лише варіант з 75% пюре та 0,1% гуарової камеді, а до «Лімо» одразу декілька варіантів рецептур, але лише до середньої швидкості зсуву. При зростанні швидкості зсуву більше 51/с так же, гуарова камедь при досліджених концентраціях веде себе так само, як і крохмаль, в той час як морозиво «Лімо» показує більш стабільні реологічні характеристики при зростанні швидкості зсуву.

Таким чином можливо зробити висновок, що використання гуарової камеді в якості стабілізатора консистенції дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням крохмалю при менших концентраціях, а системи на їх основі мають такий же недолік – недостатню в'язкість при високих швидкостях зсуву.

Дослідження впливу камеді ріжкового дерева на консистенцію плодово-ягідного морозива

Камедь ріжкового дерева Е410 - полімер, що складається з неіонних молекул, які представлені у вигляді 2000 залишків простих і складних моносахаридів. Камедь ріжкового дерева є менш розчинною, ніж камедь гуара, при низьких температурах. Вона не розчиняється у холодній воді, тому розчинення повинно відбуватися в гарячій воді (повне розчинення при 85 °С), але існують модифікації, розчинні у холодній воді. Є сильним синергістом, надає великий вплив на функціональні властивості інших колоїдів. Зберігає і передає смак різних ароматів в продукті. При охолодженні камедь ріжкового дерева уповільнює утворення кристалів льоду, створюючи структурований гель. Використовується як загусник при приготуванні морозива і різних заморожених десертів (у тому числі молочних), вершкових сирів, соусів, в хлібопекарській промисловості. Рекомендована норма споживання Е410 становить не більше 20 мг/кг або 0,1-1% від маси готового продукту.

Результати дослідження використання камеді ріжкового дерева в якості регулятора консистенції плодово-ягідного морозива наведено на рис. 3.

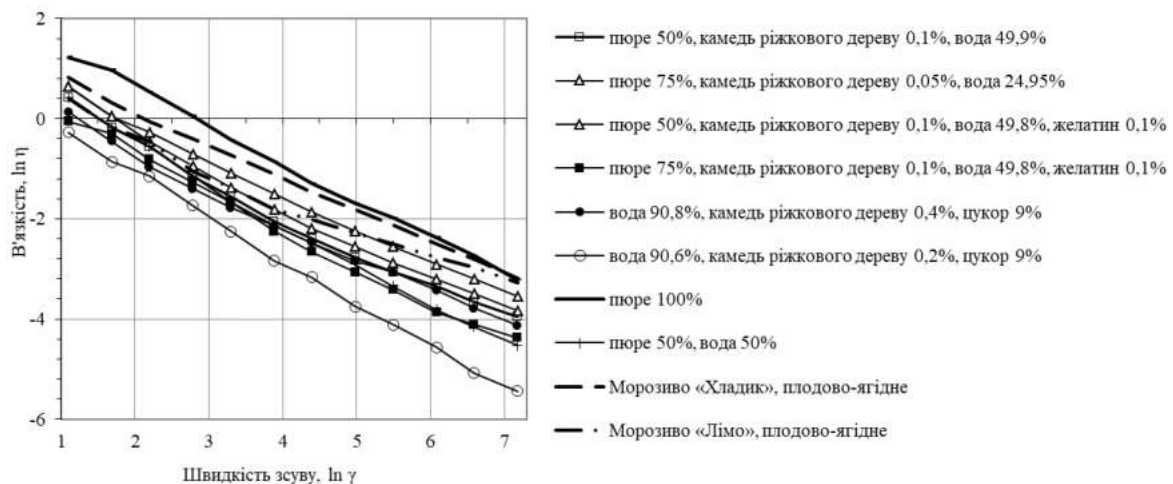


Рис. 3. В'язкість плодово-ягідного морозива з доданням камеді ріжкового дерева різної концентрації

Аналіз даних рис. 3 свідчить, що використання камеді ріжкового дерева в якості регулятора консистенції дозволяє отримати в'язкі системи при концентрації в декілька разів нижче, ніж при використанні крохмалю. Так в системі «камедь ріжкового дерева-вода» достатня концентрація складає 0,1%.

При дослідженні ізольованої системи «камедь ріжкового дерева-вода» підвищення концентрації камеді вдвічі – з 0,2% до 0,4% призвело до зростання в'язкості в середньому на 5%.

На відміну від ксантанової камеді додавання в систему «пюре + камедь ріжкового дерева + вода» желатину концентрації 0,1% для зв'язування вологи значно вплинуло на в'язкість системи, яка зросла в середньому на 5%, але при низьких швидкостях зсуву була більш помітна і складала до 149-389%.

До реологічних властивостей морозива «Лімо» наблизився варіант з 75% джему та 0,05% камеді ріжкового дерева, який дозволив отримати при низьких швидкостях зсуву в'язкість навіть вище, ніж у

морозива, але при високих швидкостях в'язкість дослідженого варіанту поступалась морозиву. Характеристикам морозива «Хладик» не відповідав не один з досліджених варіантів.

Таким чином можливо зробити висновок, що використання камеді ріжкового дерева в якості регулятора консистенції дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням крохмалю при менших концентраціях, має такий же недолік – недостатню в'язкість при високих швидкостях зсуву.

Дослідження впливу пектину дерева на консистенцію плодово-ягідного морозива

Пектини Е440 - добавки природного походження абсолютно нешкідливі, їх можна використовувати в необмежених кількостях. Пектин легко набрякає, розчиняється в холодній та гарячій воді. Водні розчини пектину мають високу в'язкість, використовуються в якості гелеутворювача, стабілізатора, згущувача, вологоутримуючого агента, освітлювача, а також речовини. Головна властивість на якій ґрунтується застосування пектинів в харчових технологіях - гелеутворююча здатність.

Гелева структура пектинів утворюється в результаті взаємодії пектинових молекул між собою і залежить від особливостей будови молекули - молекулярної маси, ступеня етерифікації, характеру розподілу карбоксильних груп. Крім того, на процес гелеутворення впливають температура, рН та вміст дегідратуючих речовин.

Результати дослідження використання пектину в якості регулятора консистенції фруктового морозива наведено на рис. 4.

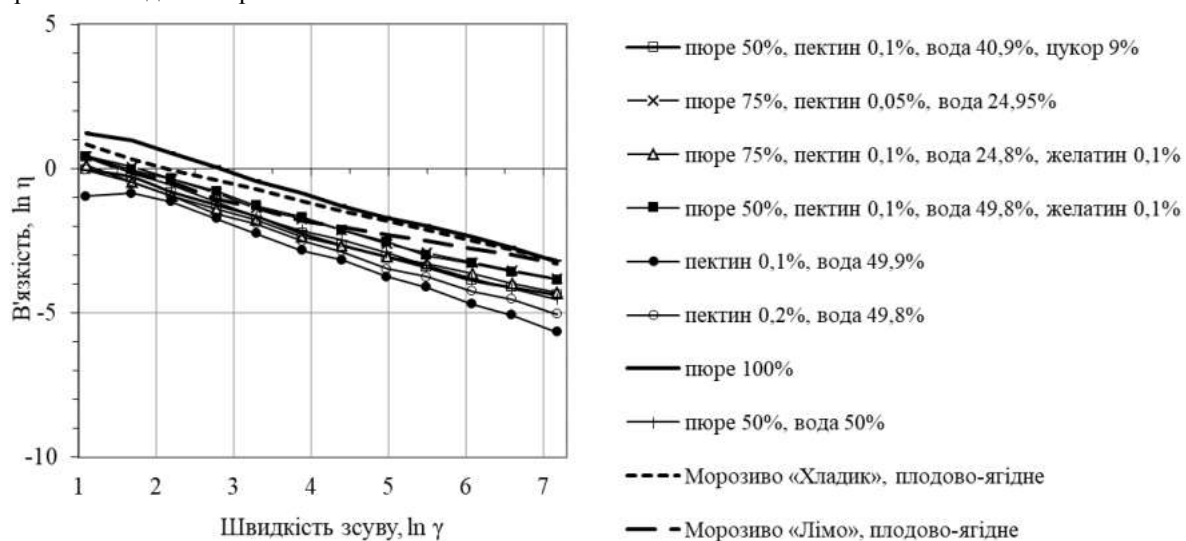


Рис. 4. В'язкість плодово-ягідного морозива з доданням пектину різної концентрації

Аналіз даних рис. 4 свідчить, що використання пектину в якості регулятора консистенції дозволяє отримати в'язкі системи при концентрації в декілька разів нижче, ніж при використанні крохмалю. Так в системі «пек-тин -вода» достатня концентрація складає 0,1%.

При дослідженні ізольованої системи «пектин-вода» підвищення концентрації пектину вдвічі – з 0,2% до 0,4% призвело до зростання в'язкості в середньому на 21%, але при низьких швидкостях зсуву в'язкість зростала в межах 47-94%.

Додання в систему «пюре + пектин + вода» желатину концентрації 0,1% для зв'язування вологи значно вплинуло на в'язкість системи, яка зросла в середньому на 102%, але при низьких швидкостях зсуву була більш істотною і складала до 916%. Таким чином можливо зробити висновок, що при використанні пектину в якості згущувача та введені в систему желатину спостерігається яскраво виражений синергічний ефект.

Реологічним властивостям морозива «Лімо» відповідало два досліджених варіанти, але також як при використанні крохмалю, камеді ріжкового дерева в'язкість досліджених систем з використанням пектину була нижче, ніж у морозива при великих швидкостях зсуву. Характеристикам морозива «Хладик» не відповідав не один з досліджених варіантів.

Таким чином можливо зробити висновок, що використання пектину в якості регулятора консистенції дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням крохмалю при менших концентраціях, має такий же недолік – недостатню в'язкість при високих швидкостях зсуву.

Дослідження впливу альгінату натрію на консистенцію плодово-ягідного морозива

Альгінат натрію Е401 - полісахарид, який одержують з бурих водоростей, він дає прозорі безколірні драгли.

Утворення гелевої структури в розчинах альгінатів відбувається в результаті взаємодії їх молекул між собою з участю іонів бівалентного натрію. В зв'язку з цим гелеутворююча здатність і міцність гелів безпосередньо пов'язані з кількістю і довжиною зон кристалічності. З хімічної точки зору формування гелю при взаємодії альгінату з іонами натрію можна розглядати як іонообмінний процес заміни одновалентного катіона в молекулі водорозчинної солі альгінової кислоти з утворенням спіжових зон.

Застосування альгінатів в харчовій продукції засноване на взаємодії їх водорозчинних сольових форм в присутності іонів натрію, що призводить до модифікації реологічних властивостей (підвищення в'язкості або утворенню гелевою структури). За своїми технологічними функціями альгінати є згущувачами, гелеутворювачами і стабілізаторами.

Одною з головних переваг альгінатів як гелеутворювача є їх здатність утворювати термостабільні гелі, які можуть формуватися вже при кімнатній температурі.

Результати дослідження використання альгінату натрію в якості регулятора консистенції плодово-ягідного морозива наведено на рис. 5.

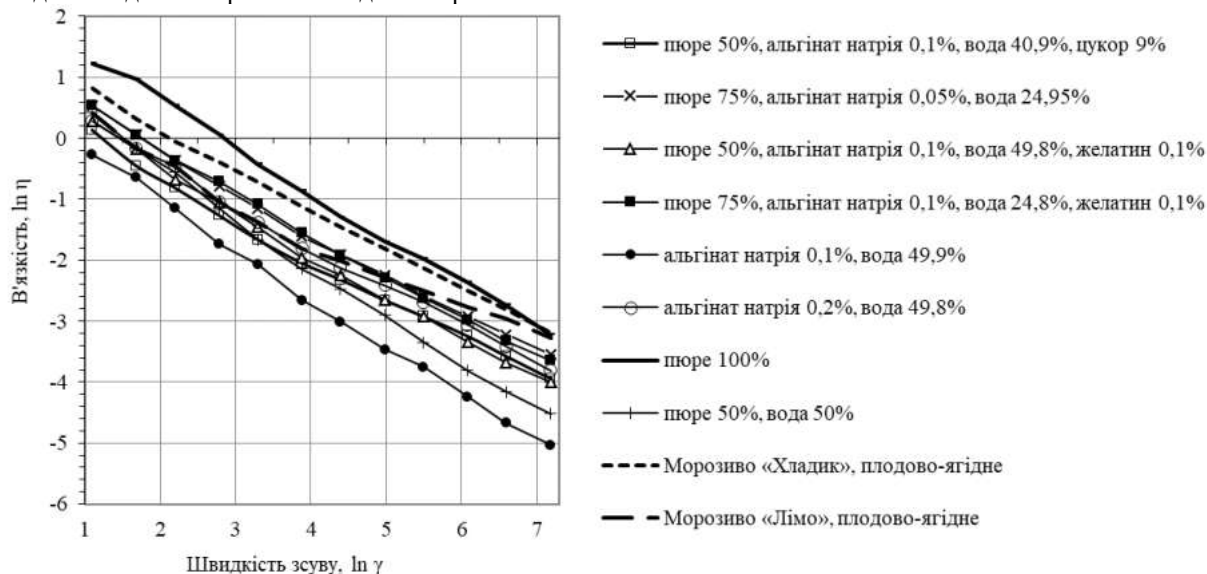


Рис. 5. В'язкість плодово-ягідного морозива з доданням альгінату натрію різної концентрації

Аналіз даних рис. 5 свідчить, що використання альгінату натрію в якості регулятора консистенції дозволяє отримати в'язкі системи при концентрації в декілька разів нижче, ніж при використанні крохмалю. Так в системі «альгінату натрію-вода» достатня концентрація складає 0,1%.

При дослідженні ізольованої системи «альгінату натрію-вода» підвищення концентрації альгінату натрію – з 0,1% до 0,2% призвело до зростання в'язкості в середньому на 50%. Найбільше зростання 60-203% спостерігалось при низьких швидкостях зсуву.

Додання в систему «шпоре + альгінат натрію + вода» желатину концентрації 0,1% для зв'язування вологи незначно вплинуло на в'язкість системи, яка зросла в середньому на 0,6%, але при середніх швидкостях зсуву була більш помітна і складала до 9%.

Реологічним властивостям морозива «Лімо» відповідало три досліджених варіанти, але також як при використанні крохмалю, камеді ріжкового дереву та пектину в'язкість досліджених систем з використанням пек-тину була нижче, ніж у морозива при великих швидкостях зсуву. Характеристикам морозива «Хладик» не відповідав не один з досліджених варі-антів.

Таким чином можливо зробити висновок, що використання пектину в якості стабілізатора консистенції та згущувача дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням крохмалю при менших концентраціях, має такий же недолік – недостатню в'язкість при високих швидкостях зсуву.

Порівняння ефективності регуляторів консистенції

Для порівняння ефективності всіх досліджених регуляторів консистенції були обрані найкращі варіанти обробки для кожної речовини. Порівняння проводилось відносно реологічних даних морозив «Лімо» та «Хладик». Данні дослідження наведені на рис. 6.

Аналіз даних рис. 6 свідчить, що реологічним властивостям морозива «Лімо», що має дещо нижчу в'язкість у порівнянні з морозивом «Хладик» відповідають більшість досліджених стабілізаторів консистенції, але тільки при низьких швидкостях зсуву. При зростанні швидкості зсуву спостерігається

значення в'язкості значно нижче, ніж у еталонного варіанта морозива. Реологічним властивостям точно відповідає варіант обробки з використанням ксантанової камеді.

Таким чином можливо зробити висновок, що при використанні ксантанової камеді в якості єдиного стабілізатора консистенції можливо досягти реологічних параметрів промислових зразків морозива.

Але слід зазначити наступне. Хоча камеді на відміну від желатину не мають присмаку їх використання у високих концентраціях приведе до зміни органолептичних властивостей морозива. У морозива, що створено з використанням камедей з'являється деяка склизкість. Тому камеді бажано використовувати у композиціях з іншими регуляторами консистенції, які можуть не утворювати цю небажану властивість. У композиції з камедями можливо використовувати пектин, альгінат натрію, нативний та модифікований крохмаль. Розробка таких композицій може стати одним з напрямків наступної роботи магістра.

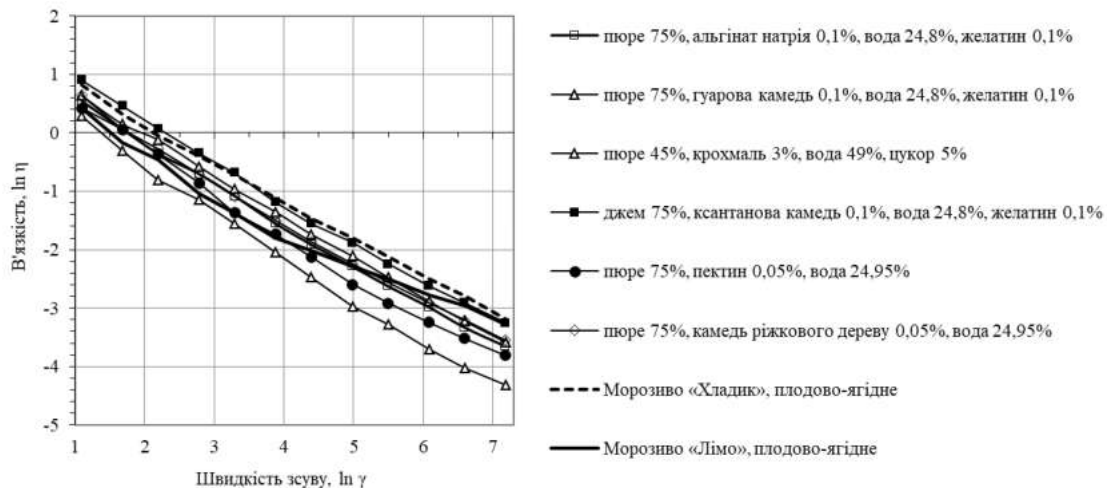


Рис. 6. В'язкість плодово-ягідного морозива з доданням пектину різної концентрації

Висновки

В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено:

- ефективність використання камедей в якості регуляторів консистенції: ксантанової камеді, гуарової камеді, камеді ріжкового дерева - використання камедей в якості стабілізаторів консистенції дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням крохмалю при значно менших концентраціях та отримати більш стабільні реологічні характеристики морозива на всьому діапазоні швидкостей зсуву;
- ефективність використання пектину в якості регулятора консистенції - пектин дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням крохмалю при менших концентраціях, але більших ніж у камедей, пектин має такий недолік – недостатню в'язкість при високих швидкостях зсуву;
- ефективність використання альгінату натрію в якості регулятора консистенції, - альгінат натрію дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням камедей, має такий недолік – недостатню в'язкість при високих швидкостях зсуву;
- камеді при високих концентраціях впливають на органолептичні властивості морозива, тому їх бажано використовувати у композиціях з іншими регуляторами консистенції: пектином, альгінатом натрію, нативним та модифікованим крохмалем.

Список використаної літератури

1. Дослідження впливу структуроутворювачів, загущувачів, вологоутримуючих агентів на консистенцію плодово-ягідного морозива (Частина 1) / Кулігін М.Л. // Вісник Херсонського національного технічного університету . - 2018. - № 3(66). - С. 108-113.
2. Технология продукции общественного питания. Т.1. Физико-химические процессы, протекающие в пищевых продуктах при их кулинарной обработке [под ред. А.С. Ратушного]. – М: Мир, 2003. – 351с.
3. Деркач С.Р. Реология пищевых эмульсий / С.Р. Деркач, К.В. Зотова // Вестник МГТУ. – 2012. – Т.15, №1. – С.84-95.
4. Кузнецов О.А. Реология пищевых масс / О.А. Кузнецов, Е.В. Волошин, Р.Ф. Сагитов. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 106 с.
5. Падохин В.А. Физико-механические свойства сырья и пищевых продуктов / В.А. Падохин, Н.Р. Кокина. – Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т, Институт химии растворов РАН, 2007. – 128 с.

УДК 687.4

Д.О. ЛАЙКУН, Т.П. АРТЕМЕНКО, М.В. ЯЦЕНКО, С.М. БЕРЕЗНЕНКО

Київський національний університет технологій та дизайну

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО АСОРТИМЕНТУ ТА СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ГОЛОВНИХ УБОРІВ

В роботі упорядковано існуючу інформацію про різновиди головних уборів для подальшого створення інформаційної бази з можливістю її розширення і оновлення на основі сучасних дизайнерських рішень, новітніх розробок у текстильній та швейній галузях, а також технічних інновацій у сфері устаткування.

На основі дослідження історії виникнення, аналізу існуючих асортиментних видів головних уборів, представлених на ринку та способів використання їх у різних сферах життєдіяльності споживачів розроблено упорядковану систематизацію головних уборів за такими ознаками, як функції (основними та додатковими в залежності від призначення); матеріали для виготовлення; статеві-вікове, цільове, сезонне, ситуативне призначення; конструктивний устрій; силуетна форма та фасон; методи та способи формоутворення; асортиментні види; технологія обробки та способи виготовлення та з'єднання деталей; ситуації, термін та умови використання; ступінь прилягання та покриття поверхні голови і спосіб фіксації, видами конструктивно-декоративних та функціональних елементів. Сформовану узагальнену систематизацію головних уборів за численними ознаками представлено у вигляді схеми.

Дослідження базувалися на основі системного підходу, аналізу та синтезу інформації про різновиди та процес проектування головних уборів. Розроблена класифікація є узагальненою та може бути розгалужуватися та оновлюватися в залежності від подальшого наповнення. Отримані результати мають практичну спрямованість та можуть стати підґрунтям для розширення асортименту головних уборів різного призначення; для використання в роботі підприємств-виробників швейної продукції на етапах проектування виробів та в сфері торгівельних організацій; в учбовому процесі підготовки фахівців галузі.

Ключові слова: головний убір, систематизація, асортимент, інформаційна база даних.

Д.А. ЛАЙКУН, Т.П. АРТЕМЕНКО, М.В. ЯЦЕНКО, С.Н. БЕРЕЗНЕНКО

Киевский национальный университет технологий и дизайна

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО АССОРТИМЕНТА И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ГОЛОВНЫХ УБОРОВ

В работе упорядочена существующую информацию о разновидностях головных уборов для последующего создания информационной базы с возможностью ее расширения и обновления на основе современных дизайнерских решений, новейших разработок в текстильной и швейной отраслях, а также технических инноваций в сфере оборудования.

На основе исследования истории возникновения, анализа существующих ассортиментных видов головных уборов, представленных на рынке и способов использования их в различных сферах жизнедеятельности потребителей разработаны упорядоченную систематизацию головных уборов по таким признакам, как функции (основными и дополнительными в зависимости от назначения); материалы для изготовления; поло-возрастное, целевое, сезонное, ситуативное назначения; конструктивный устройство; силуетная форма и фасон; методы и способы формообразования; ассортиментные виды; технология обработки и способы изготовления и соединения деталей; ситуации, термины и условия использования; степень прилегания и покрытия поверхности головы и способ фиксации, видами конструктивно-декоративных и функциональных элементов. Разработанную общую классификацию головных уборов по многочисленным признакам представлено в виде схемы.

Исследования базировались на основе системного подхода, анализа и синтеза информации о разновидностях и процесс проектирования головных уборов. Разработанная классификация является обобщенной и может быть разветвляться и обновляться в зависимости от дальнейшего наполнения. Полученные результаты имеют практическую направленность и могут стать основой для расширения ассортимента головных уборов различного назначения; для использования в работе предприятий-производителей швейной продукции на этапах проектирования изделий и в сфере торговых организаций; в учебном процессе подготовки специалистов отрасли.

Ключевые слова: головной убор, систематизация, ассортимент, информационная база.

D. LAIKUN, T. ARTEMENKO, M. YATSENKO, S. BEREZHENKO
Kyiv National University of Technology and Design

ANALYSIS OF MODERN ASSORTMENT AND SYSTEMATIZATION OF HEADWEARS

This work contains the existing information on varieties of headgear for further creation of the information base with the possibility of its expansion and updating on the basis of modern design decisions, the latest developments in the textile and clothing sector, as well as technical innovations in the field of equipment.

Using the research on the history of occurrence, analysis of existing assortment types of headgears, presented on the market and ways of using them in various areas of consumer life, an ordered systematization of headwear was developed based on such features as functions (basic and additional, depending on the purpose); materials for manufacturing; gender-age, purposeful, seasonal, situational purpose; constructive arrangement; silhouette shape and style; methods and ways of forming; assortment variation; processing technology and methods of manufacturing and connecting parts; situations, terms and conditions of use; the degree of fit and cover of the surface of the head as well as the method of fixation, types of structural-decorative and functional elements. Was formed generalized systematization of headgear on numerous features, that are presented in the form of a scheme.

The research was based on a systematic approach, analysis and synthesis of information on varieties and process of designing headgears. The developed classification is generalized and can be branched out and renewed depending on the subsequent filling. The obtained results have a practical orientation and can become the basis for expanding the assortment of headgear for different purposes; for use in the work of garment manufacturers at the stages of designing products and in the field of trade organizations; in the training process of specialists of the branch.

Keywords: headgear, systematization, assortment, information database.

Постановка проблеми

Всі сучасні наукові практичні розробки слід розглядати насамперед з точки зору того, що вони можуть дати для поліпшення життя людини, збереження її здоров'я, дотримання норм екологічної безпеки. У зв'язку з цим постає завдання ресурсозбереження при розробці нового якісного товару, як діяльності спрямованої на заощадження природних, матеріальних, інформаційних, трудових, фінансових ресурсів.

Сьогодні головні убори відіграють важливу роль в нашому житті, адже вони захищають поверхню голови людини від небезпечних зовнішніх впливів середовища: від ультрафіолетового випромінювання, вітру, опадів, високих та низьких температур, іонізуючого випромінювання, механічних впливів. Водночас збільшується попит на використання головних уборів в різних сферах життєдіяльності людини: побут, захоплення спортом та активним відпочинком, робота, військові конфлікти, медичні та реабілітаційні заклади та інше. Так, у зв'язку з подіями на сході нашої держави постала потреба у розробці багатофункціональних головних уборів для військовослужбовців, в яких поєднувалися б одразу декілька функцій одночасно та створювали максимальну безпеку для життя: мали б елементи для комплексного захисту, комфортного перебування, маскуванню, для оснащення засобами передачі інформації

Зростання попиту на головні убори та розширення сфери їх застосування спонукає виробників текстилю розробляти новітні матеріали. В свою чергу їх можна комбінувати між собою, розробляти нові моделі, відповідно, конструкції та сучасні технології виготовлення. Відповідно збільшується асортимент головних уборів та виникає необхідність систематизувати інформацію, яка в подальшому допоможе при проектуванні нових якісних функціональних виробів.

Так як не існує узагальненої класифікації головних уборів, було вирішено систематизувати відомості про різновиди головних уборів на основі аналізу історії їх виникнення та способів використання у різних сферах життєдіяльності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Багато робіт сучасних вітчизняних авторів-науковців присвячено удосконаленню процесів проектування головних уборів за напрямками дизайн-проектування, створення форм та формозакріплення головних уборів, удосконалення методів проектування конструкції виробів. Кожен з авторів надає свою версію удосконаленої класифікації головних уборів за різними ознаками, що пов'язані з тематикою досліджень. Але наразі не існує узагальненої сучасної класифікації [1-5].

Попередній аналіз відповідних матеріалів виявив недостатність систематизованої інформації щодо різновидів головних уборів, яка необхідна фахівцям швейної галузі для спрощення процесу створення сучасного головного убору. З літературних джерел виявлено, що різновиди головних уборів формувались під впливом основних чинників: соціально-історичного; природно-кліматичного;

політично-економічного; антропологічного; національних, матеріальних, духовних надбань та творчих здібностей народу конкретного історичного періоду.

Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є систематизація існуючої інформації про різновиди головних уборів для створення інформаційної бази з можливістю її розширення і оновлення з метою задоволення зростаючих потреб груп споживачів.

Викладення основного матеріалу дослідження

Для того, щоб упорядкувати інформацію про головні убори необхідно визначити поняття «класифікація» та «систематизація». Це допоможе логічно розподілити відомості про головні убори за різними ознаками. Класифікація – розподіл численних об'єктів (предметів і явищ) на класи, групи й інші підрозділи залежно від загальних ознак; система упорядкованого розподілу товарів за розділами і дрібнішими підрозділами в логічній послідовності, з підпорядкованістю за конкретними ознаками. Систематизація – це процес упорядкування розрізної інформації в систему, в якій прослідковуються єдність та зв'язки, які об'єднують певні предмети чи явища. Вона опирається на класифікацію, аналіз і синтез істотних властивостей певної системи [6]. Саме систематизація інформації є попереднім етапом для виконання допроектних досліджень при проектуванні виробів, зокрема і головних уборів.

Головний убір є одним з невід'ємних частин більшості різних видів побутового одягу, уніформи, спецодягу тощо. За ДСТУ 2027–93 «Вироби швейні й трикотажні. Терміни та визначення», головний убір – це швейний виріб, що покриває поверхню голови за виключенням обличчя.

Асортимент головних уборів широкий і різноманітний – за формою, силуетом, статеві-віковим призначенням, покромом, колірним рішенням, застосованим матеріалом, оздобленням і розмірами.

Головні убори виконують такі функції:

- утилітарну: захисну (від природних та штучних явищ зовнішнього середовища, ударів тощо); профілактично-гігієнічну (медичні шапки), маскувальну;
- естетичну, коли убори доповнюють чи завершують образ;
- соціально-інформативну: морально-етичним є носіння платка жінками в багатьох віросповіданнях; інформативними є релігійні, національні, формені убори, що візуально передають статус у суспільстві чи по службі (та є частиною уніформи конкретної організації);
- соціально-виховна функція – головні убори громадських об'єднань, виправних закладів громадських об'єднань та інші [11].

Головні убори активно використовують в багатьох сферах життєдіяльності людини, тому їх розділяють за призначенням [5-11]:

- побутові: повсякденні та святкові. До даної групи відносять пляжні, курортні капелюхи, а також святкові головні убори всіх видів з різних матеріалів. Слід відзначити, що головні убори українців класифікували за такими функціями як буденна, святкова та обрядова, а пізніше додалися знакова, естетична та соціальна функції;
- виробничі, що використовують для захисту голови від впливу шкідливих факторів виробництва під час виконання робіт і технологічних операцій з технологічним обладнанням та інструментом (оператори, вантажники, різноробочі, машиністи тощо);
- санітарні для гігієнічного захисту середовища від людської життєдіяльності (виробничі цехи харчових підприємств, медичні заклади) та захисту від забруднень чи зараження (косинки, ковпаки);
- спеціальні, які пов'язані з тим чи іншим виробничим процесом і виконують функції захисту, передбачені вимогами безпеки на виробництві чи екстремальних умов. Це сегмент головних уборів, які є важливим елементом спорядження комплектів спеціального професійного захисного одягу (в небезпечних умовах підприємств, екстремальних умовах (пожежники, шахтарі, рятувальники та інші). Для захисту голови пропонують шоломи, підшоломники, накаски, підкаски, косинки, бандани, зюйдвестки, берети, пілотки тощо;
- формені або відомчі, бувають військові і цивільні, їх підрозділяють на повсякденні і святкові. Модель, матеріал і обробка цих головних уборів чітко визначаються нормативними документами: проектами профільних міністерств, державними стандартами, технічними умовами, технічними вимогами щодо виготовлення виробів. Головний убір військовослужбовця – це важлива складова екіпірування, від нього залежить психологічний, емоціональний, фізіологічний стан, а також забезпечення надійного захисту голови під час виконання військових завдань та від несприятливих умов навколишнього середовища. Головні убори для військовослужбовців виконують такі функції: утилітарну: захисну, маскувальну та гігієнічну; естетичну (парадно-вихідні убори); соціальну: вказують статус та звання. Головні убори для військових створюються за принципом відмінності родів військ і звань та класифікуються в залежності від призначенням: парадні, повсякденні; польова (під час виконання бойових завдань); спеціальні (під час виконання господарських, будівельних робіт та під час обслуговування техніки та озброєння); спортивні. Окрім цього, дана

- група виробів може доповнюватись додатковими елементами та виробами (маскувальні сітки, бафи, підшоломники та інші). Також формені головні убори службовців відрізняють за видом діяльності службовця (залізничники, поліцейські та інше);
- історично-етнографічні головні убори характерні для певної епохи історичного розвитку та конкретної країни;
 - національні – етнографічні головні убори характерні для певного народу, для дотримання національних традицій, можуть бути обумовлені кліматом і родом занять жителів, а також географічним положенням. Народний головний убір є важливою складовою народного костюма, що становить надзвичайно розвинутий складний комплекс, який не лише включає велику кількість різноманітних компонентів, а й передбачає способи їх носити, поєднувати між собою, узгоджувати із зачіскою. Як невід’ємна структурна одиниця народного костюма головний убір знаходиться у залежності від соціально-економічних факторів, географічних та кліматичних умов, історичного розвитку суспільства, світоглядних уявлень, релігійних вірувань народу;
 - спортивні, що поділяють на утилітарні (гумові шапки для водних видів спорту), захисні (каска хокеїста, боксера, велосипедиста, гравця у бейсбол та комплексні спеціальні, які є невід’ємною важливою частиною спортивного спорядження для екстремальних видів спорту) та інформативні (шапочка-жокейка для занять кінним спортом, гри у поло);
 - обрядово-релігійні, що використовуються в конкретних подіях (убори священників, весільні головні убори), головною характеристикою є їх знакова функція;
 - видовищні, сценічні можуть бути застосовані в театрі, цирку, на естраді, рекламних акціях, фестивалях, карнавалах і не використовуються в повсякденному побуті;
 - культові головні убори (чернечий ковпак, чалма мулли і ін.) носять тільки служителі культури;
 - головні убори профілактичного призначення. Сьогодні головний убір набуває ще нових властивостей та може бути своєрідним лікувальним, профілактичним і оздоровчим засобом, який здатен захищати голову від несприятливих зовнішніх та внутрішніх чинників (хустки і тюрбани з терапевтичним ефектом для онкохворих завдяки властивостям матеріалів, шапочки з оздоровчим ефектом [9, 10].

За сезонною ознакою повсякденні головні убори поділяють на літні, демісезонні, зимні та всесезонні. З цим розподілом тісно пов’язаний правильний вибір матеріалів, адже для кожного сезону потрібний відповідний підодяговий мікроклімат, який забезпечується властивостями того чи іншого матеріалу.

Головний убір є комплексним одношаровим чи декількашаровим виробом і його зовнішній вигляд, і експлуатаційні властивості залежать від конструкції, якості матеріалів, правильного добору прикладних матеріалів та фурнітури, визначення оптимальних методів обробки. Жодна група виробів не використовує такого розмаїття різних за структурою, фізико-механічними і експлуатаційними властивостями матеріалів, як головний убір. Всі різновиди сучасних головних уборів, що випускаються промисловістю, класифікують виходячи з основних, оздоблювальних, підкладкових та прокладкових матеріалів. Для виготовлення головних уборів застосовують широкий асортимент матеріалів різного походження: натуральні та штучні шкіра та хутро, тканини різного сировинного складу, трикотажні в’язані полотна, неткані матеріали. Дедалі популярним при виготовленні головних уборів стає комбінування матеріалів, використання текстильних композиційних матеріалів, які здатні виконувати одразу декілька функцій. Наприклад, застосування двошарового матеріалу, де верхній шар – плащова тканина з водовідштовхувальними властивостями, а нижній трикотажне полотно, одночасно захищає від холоду і від вологи.

Підкладка призначена для зручності експлуатації головного убору, запобігання від зносу і забруднення його внутрішньої сторони. Головним принципом підбору підкладки є відповідність зносостійкості, міцності до основного матеріалу головного убору. Відповідно призначенню і матеріалу верху головного убору в якості підкладки застосовують підкладкові тканини та трикотажні полотна. Матеріали прокладок призначені для надання виробу необхідної форми і забезпечення її стабільності, а утеплюючі матеріали – для підвищення теплозахисних властивостей виробів. Сьогодні при виготовленні головних уборів широко застосовують трикотажне полотно типу «фліс», який може бути матеріалом верху, так і матеріалом підкладковим та утеплюючим. Але основною вимогою до матеріалів для головних уборів є відповідність щодо основного призначення виробу, зовнішнього вигляду матеріалу сучасним тенденціям моди, а також висока зносостійкість, що забезпечує стабільність зовнішнього вигляду виробу при експлуатації.

Для літа найпоширенішими є головні убори з натуральних матеріалів: бавовняні, лляні, віскозні тканини, рафі (морська трава), пенька, мереживні полотна, солома і т.д.

Як оздоблювальні матеріали застосовують декоративні стрічки, бейки, оздоблювальну тасьму, шнури, мереживо, штучні квіти, пір’я птахів, фурнітура, аплікації. Оздобленням виробу можуть бути строчки, вишивка, принт та інші види, які не тільки прикрашають головний убір, а й визначають його

стиль і призначення.

Методами утворення форми головних уборів є:

- конструктивний – шляхом попереднього членування матеріалу на складові деталі та їх з'єднання різними способами;
- фізико-механічний, в якому враховують властивості матеріалів та впливаючи на їх структуру, шляхом надання виробу об'ємної форми на колодках за допомогою волого-теплової обробки, віброта гідро-формування чи видавлювання;
- комбінований – залучають декілька методів [7, 8].

Найпростішим способом створення головного убору є обмотування. Це робиться за допомогою пласких матеріалів чи виробів: куска матеріалу, хусток, косинок, шалей, шарфів. Дещо складніше спосіб драпіровки в певну форму. За допомогою тих же матеріалів створюють різноманітні форми і способи зав'язування попередньо закладеними складками.

При розробці шитих моделей можна досягти досить виразних форм, використовуючи для цього не тільки конструкцію, крій, але і елементи, отримані формуванням. Вони грають роль каркаса в головному уборі. Тому всі шиті головні убори поділяються на м'які та з каркасною основою. До м'яких відносяться шапки-вушанки, папахи, головні убори типу «гоголь», панамы, берети, шапочки, що облягають голову. До каркасних відносяться жіночі убори типу «ток», «боярка», драпіровані типу «чалма», тюрбан, чоловічі кепі, кашкети, безкозирки.

Наступну групу складають плетені головні убори з натуральних волокон (солома, рамі, водорості, кора баобаба, рафія, сизаль, тощо) або штучних (тасьма, стрічка). Вироби з цієї сировини отримують шляхом зшивання чи склеювання по спіралі з урахуванням форми. Цим методом отримують капелюхи з полями, шапочки, що облягають голову, берети, спортивні тапочки типу жокейки.

Останню групу складають в'язані головні убори, які отримали за останні роки найбільшого поширення серед споживачів. В'язаними можуть бути берети, капелюхи з полями, кепі, вушанки, дитячі шапочки типу «котик», «панда» і т.п.

За конструктивно-декоративними та функціональними елементами: з денцем; з виточками; зі стінками; із суцільної деталі; з козирком; з клинцями. За силуетною формою: горизонтально-овальна; вертикально-овальна; чотирикутно-горизонтальна; чотирикутно-вертикальна; кругла; трикутна, конусоподібна; трапецієвидна.

За статево-віковими ознаками головні убори поділяють на жіночі, чоловічі та дитячі для дівчаток і хлопчиків, а також сьогодні користуються попитом виробу, зокрема, і головні убори, унісекс. У свою чергу дитячі головні убори призначені для п'яти вікових груп: ясельної, дошкільної, молодшої шкільної, старшої шкільної, підліткової. Жіночі та чоловічі головні убори поділяють на молодіжні, для осіб середнього і старшого віку.

Головні убори можна розділити на окремі вироби та на такі, що кріпляться до плечового виробу - капюшони. Сьогодні дизайнери також пропонують убори-трансформери, які з однієї форми, за допомогою конструктивно-технологічного рішення та добору матеріалів, можна перетворити в іншу форму чи виріб, що відповідно змінить ситуацію використання та вигляд убору [8].

Головний убір може бути складовою костюму або окремим аксесуаром, мати додаток-вкладиш (для покращення гігієнічних функцій), кріпитися за рахунок відповідної застібки до іншого головного убору, такі як підшоломники чи гігієнічні вкладиші.

На основі вищевказаних та інших ознак створено систематизацію різновидів головних уборів за різними ознаками, яка надана у вигляді схеми на рис. 1.

Висновки

На основі аналізу асортименту головних уборів та сфери їх застосування було розроблено систематизацію асортименту головних уборів за різними ознаками, яка створює основу для подальшого удосконалення процесу проектування та оновлення асортименту виробів за рахунок використання сучасних технологій та розробок в текстильній, швейній та суміжних галузях. Запропоноване узагальнене угруповання є підґрунтям для проектування бази даних з використанням інформаційних технологій для оптимізації процесу проектування головних уборів. Упорядкована систематизація дозволяє охопити широкий масив інформації; поліпшує пізнавальний процес, виявляє й усуває недоліки; підвищує ефективність роботи на етапах проектування виробів; подача інформації зручна для користування, що полегшує пошук необхідного та сприяє ретельнішому вивченню та дослідженню даного асортименту виробів.

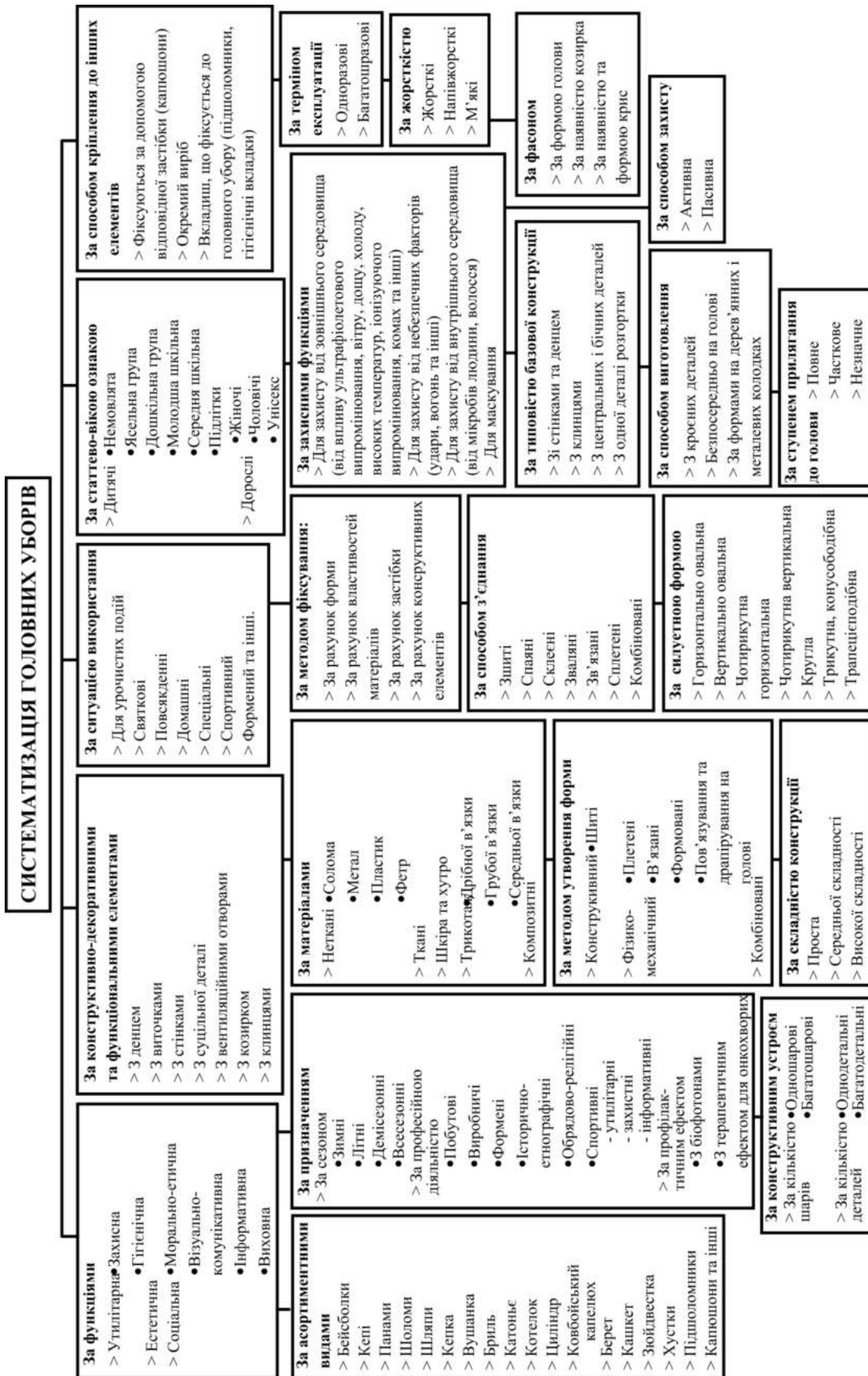


Рис 1. Систематизація головних уборів

Список використаної літератури

1. Васильєва О.С. Удосконалення дизайн-проектування головних уборів: дисертація канд. техн. наук: 18.02.16 / Київський національний університет технологій та дизайну / Васильєва Олена Сергіївна. – Київ, 2016 – 205с.
2. Стрижова О.П., Баннова І.М. Систематизація форм головних уборів за об'ємно-просторовими характеристиками // Вісник Технологічного університету Поділля. – 2003. – № 5. – С. 41–44.
3. Стельмашук Г.Г. Традиційні головні убори українців/ АН України. Інститут народознавства. – К.: Наукова думка, 1993. – 240 с.
4. Кошевка, Ю. В. Удосконалення процесу формування та закріплення форми деталей жіночих головних уборів із тканих матеріалів [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Ю. В. Кошевка. – Хмельницький, 2010. – 170 с.
5. Гагарина С. В. Проектирование и производство швейных головных уборов [Текст] / С. В. Гагарина, С. В. Бокова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. – 383 с.
6. Власова А.В. Основи товарознавства непродовольчих товарів: навч. посіб. / А.В. Власова. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 208 с.
7. Булатова Е. Б. Моделирование и конструирование головных уборов: учеб. пособие для вузов / Е. Б. Булатова. – М. : Академия, 2007.- 112 с.
8. Стрижова О.П., Баннова І.М. Дизайн головних уборів: навч. посібник/ – Хмельницький: ХНУ, 2013. –152с.
9. О. С. Мовчанюк, Т. П. Артеменко, С. М. Березненко Систематизація різновидів швейних та трикотажних виробів лікувально-профілактичного призначення //Вісник Херсонського національного технічного університету. – 2016. – № 4. – С. 115-121.
10. Asha: платки и тюрбаны, облегчающие химиотерапию [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.novate.ru/blogs/070113/22226/>
11. Систематизація головних уборів / Д.О. Лайкун, С.М. Березненко, Т.П. Артеменко// Тези доповідей XIII Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів “Наукові розробки молоді на сучасному етапі”. – К. : КНУТД, 2018 р. – т. 1. – С.9-10.

УДК 677.017.8

І.А. МАРТИРОСЯН

Одеська національна академія харчових технологій

О.В. ПАХОЛЮК

Луцький національний технічний університет

Б.Д. СЕМАК

Львівський торговельно-економічний університет

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТІОСУЛЬФОНАТНИХ АНТИМІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ

Для захисту текстильних матеріалів і виробів різного цільового призначення та волокнистого складу від негативної дії волоконруйнуючих і патогенних мікроорганізмів можуть використовуватись різні за хімічною будовою універсальні та спеціалізовані типи антимікробних препаратів. В останні роки в обробному текстильному виробництві йде постійний пошук більш досконалих і екологічно безпечних засобів для антимікробної обробки целюлозовмісних текстильних матеріалів і трикотажних полотен різного цільового призначення.

Одним із напрямів цієї роботи є впровадження в целюлозне виробництво нових типів антимікробних обробних препаратів для надання одяговим бавовняно-поліефірним різнокомпонентним тканинам одночасно біостійкості, атмосферостійкості та екологічної безпечності.

В даній роботі, обґрунтовано доцільність використання нових типів антимікробних тіосульфонатних препаратів для захисту бавовняно-поліефірних текстильних матеріалів та спеціального одягу з них, від мікробіологічної деструкції. Встановлено, що тіосульфонатні препарати ЕТС, МТС і АТС за комплексом своїх експлуатаційних властивостей відповідають сучасним вимогам антимікробних препаратів текстильного призначення, і можуть бути рекомендовані для ефективного захисту від мікробіологічних пошкоджень текстильних матеріалів і виробів різного цільового призначення та волокнистого складу, особливо із вмістом целюлозних волокон. Обрані тест-культури бактерій і грибів на досліджуваних тканинах характеризуються вибірковою чутливістю до біоцидних препаратів ЕТС, МТС та АТС. При цьому названі препарати більш ефективно гальмують життєдіяльність волоконруйнуючих і патогенних бактерій. Ефективним виявилось використання тіосульфонатних біоцидних препаратів для захисту одягових бавовняно-поліефірних тканин від тривалої дії комплексу ґрунтових мікроорганізмів.

Ключові слова: спеціальний одяг, бавовняно-поліефірні тканини, біостійкість, захист від мікробіологічних пошкоджень, біоцидні препарати, оброблення тіосульфонатами.

И.А. МАРТИРОСЯН

Одесская национальная академия пищевых технологий

Е.В. ПАХОЛЮК

Луцкий национальный технический университет

Б.Д. СЕМАК

Львовский торгово-экономический университет

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТИОСУЛЬФОНАТНЫХ АНТИМИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Для защиты текстильных материалов и изделий различного целевого назначения и волокнистого состава от негативного воздействия волоконразрушающих и патогенных микроорганизмов используются различные по химическому строению универсальные и специализированные типы антимикробных препаратов. В последние годы в обрабатываемом текстильном производстве идет постоянный поиск более совершенных и экологически безопасных средств для антимикробной обработки целлюлозосодержащих текстильных материалов и трикотажных полотен различного целевого назначения.

Одним из направлений этой работы является внедрение в целлюлозное производство новых типов антимикробных отделочных препаратов для придания одежным хлопчато-полиэфирным разнокомпонентным тканям одновременно биостойкости, атмосферостойкости и экологической безопасности.

В данной работе обоснована целесообразность использования новых типов антимикробных тиосульфонатных препаратов для защиты хлопчато-полиэфирных текстильных материалов и специальной одежды от микробиологической деструкции. Установлено, что тиосульфонатные препараты ЕТС, МТС и АТС по комплексу своих эксплуатационных свойств соответствуют

современным требованиям антимикробных препаратов текстильного назначения и могут быть рекомендованы для эффективной защиты от микробиологических повреждений текстильных материалов и изделий различного целевого назначения и волокнистого состава, особенно с содержанием целлюлозных волокон.

Выбранные тест-культуры бактерий и грибов на исследуемых тканях характеризуются избирательной чувствительностью к биоцидным препаратам ЕТС, МТС и АТС. При этом, названные препараты более эффективно тормозят жизнедеятельность волоконразрушающих и патогенных бактерий. Эффективным оказалось использование тиосульфатных биоцидных препаратов для защиты одежных хлопчато-полиэфирных тканей от длительного воздействия комплекса почвенных микроорганизмов.

Ключевые слова: специальная одежда, хлопчато-полиэфирные ткани, биостойкость, защита от микробиологических повреждений, биоцидные препараты, обработки тиосульфатами.

I. MARTIROSYAN

Odessa National Academy of Food Technologies

E. PAKHOLIUK

Lutsk national technical university

B. SEMAK

Lviv trade and economic university

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF THE USE OF THIOUSOLPHOTE ANTI-MICROBIAL PREPARATIONS

The various chemical and general types of antimicrobial preparations can be used for the protection of textile materials and products of different intended using and fiber composition from the negative effects of decomposing and pathogenic microorganisms . In recent years, in the textile industry, there is a constant search for more advanced and environmentally safe resources for antimicrobial treatment of cellulose-based textile materials and knitted fabrics of various intended purpose. One of the directions of this work is the introduction into cellulose production of new types of antimicrobial preparations to provide cotton, polyester, multi-component cloth time bio-resistance, weather resistance and environmental safety at the same.

The feasibility of using new types of antimicrobial thiosulfonate preparations for the protection of cotton-polyester textile materials and special clothing from them, from microbiological destruction is substantiated in this paper. It has been found that the thiosulfonate preparations of ETS, MTS and ATS according to the complex of their operational properties meet the modern requirements of antimicrobial preparations of textile, and can be recommend for effective protection against microbiological damage of textile materials and products of different intended function and fibrous composition, especially with the contents of cellulose fibers. Selected test cultures of bacteria and fungi on investigated tissues are characterized by selective sensitivity to biocidal preparations of ETS, MTS and ATS. At the same time, they are more effective in inhibiting the fibrous and pathogenic bacteria. The use of thiosulfonate biocidal preparations was determined effective for the protection of cotton cloth and polyester fabrics against the long-term acts of the complex soil microorganisms.

Keywords: special clothing, cotton-polyester fabrics, biostability, protection from microbiological damage, biocidal preparations, treatment with thiosulfonates.

Постановка проблеми

Одним з найбільш поширених видів руйнування текстильних матеріалів під впливом навколишнього середовища є їх микробиологічне пошкодження, яке відбувається внаслідок розвитку трьох основних типів мікроорганізмів: бактерій, актиноміцетів і грибів. Також відомий той факт, що на поверхні будь-якого текстильного волокна можна виявити мікрофлору, яка при високій відносній вологості повітря і оптимальній для свого розвитку температурі здатна з часом освоювати волокна в якості поживного субстрату і призводити до їх руйнування.

Як свідчить аналіз літературних джерел [1-4], проблема пошуку ефективних способів захисту текстильних матеріалів і виробів у сферах вітчизняної текстильної промисловості та торгівлі завжди була і залишається актуальною. Необхідність вирішення цієї проблеми обумовлена низкою причин, а саме:

- значними втратами для держави та споживачів, пов'язаними із микробиологічною деструкцією текстильної сировини і готової продукції в процесі її виробництва, транспортування, експлуатації та зберігання;

- значимість микробиологічної обробки текстильних матеріалів і виробів різного цільового призначення (особливо технічного та спеціального) в їх зношенні та термінах експлуатації (за підрахунками фахівців вона у багатьох випадках перевищує 50% у їх загальному зносі).

Для захисту текстильних матеріалів і виробів різного цільового призначення та волокнистого складу від негативної дії волокноруйнуючих і патогенних мікроорганізмів можуть використовуватись різні за хімічною будовою універсальні та спеціалізовані типи антимікробних препаратів.

Обґрунтування доцільності використання нових типів антимікробних препаратів для захисту спеціального одягу від мікробіологічної деструкції повинно базуватись на врахуванні наступних основних чинників [2-5]:

- вивчення наявності на досліджуваних текстильних матеріалах домінуючої мікрофлори (біодеструкторів), які приймають безпосередню участь у біопшкодженні текстильних матеріалів і одягу з них;
- обґрунтування вибору тест-культур грибів і бактерій, які забезпечують реальний процес експлуатації дослідного варіанту тканин і спеціального одягу з них;
- обґрунтування вибору критеріїв оцінки ефективності використання препаратів ЕТС, МТС та АТС для оброблення бавовняно-поліефірних одягових тканин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Слід відзначити, що в даному розділі роботи, ми обмежимося розглядом тільки тих літературних джерел, які безпосередньо пов'язані із пошуком ефективних шляхів захисту целюлозовмісних одягових текстильних матеріалів від дії на них целюлозоруйнуючих і патогенних мікроорганізмів [4,5,6,7].

Авторами роботи [4] вивчена наявність і доведена доцільність використання тіосульфатних препаратів не тільки для захисту від пошкоджень фітопатогенними мікроорганізмами, але й від волокноруйнуючих мікроорганізмів текстилю, враховуючи широкий спектр антимікробної дії названих препаратів.

Встановлено, що препарати ЕТС, МТС і АТС за комплексом своїх експлуатаційних властивостей відповідають сучасним вимогам антимікробних препаратів текстильного призначення, і вони можуть бути рекомендовані для ефективного захисту від мікробіологічних пошкоджень текстильних матеріалів і виробів різного цільового призначення та волокнистого складу, особливо із вмістом целюлозних волокон.

Автором роботи [6] розроблена та обґрунтована сучасна наукова класифікація антимікробних препаратів текстильного призначення. Дано обґрунтування сфер застосування цих препаратів у текстильному виробництві. Основна увага приділена наступним видам цих препаратів:

- мідь, олово, цинк, фтор та ртуть вмісні препарати;
- солі срібла, хромати, похідні ундециленової кислоти, саліциланлід;
- нафтенати, похідні сечовини, похідні фенолу;
- катамін АБ, метацид, препарат АБП та інші.

В роботі [7] вивчено можливість і обґрунтовано доцільність широкого використання поліфункціональних кремнійорганічних, фторорганічних і карбамольних обробних препаратів для надання текстильним матеріалам одягового, взуттєвого та технічного призначення одночасно декілька бажаних властивостей (біостійкості, атмосферостійкості, водостійкості та інших експлуатаційних властивостей). Дана порівняльна характеристика цих матеріалів, оброблених традиційними та поліфункціональними препаратами.

Вивчена доцільність сучасного використання традиційних біоцидів та названих поліфункціональних препаратів. Розкрита роль біоцидної обробки текстильних матеріалів у визначенні термінів їх зношування. Сформульована концепція формування заданої зносостійкості та формостійкості текстильних матеріалів, модифікованих антимікробних препаратів різної хімічної будови.

В роботі [8] розкрита роль основних способів оброблення текстильних матеріалів у формуванні їх зносостійкості, формостійкості, гігієнічності та екологічної безпечності. Сформульовані та обґрунтовані вимоги до формування асортименту, властивостей, рівня якості та безпечності екотекстилю. Запропоновано алгоритм формування асортименту, рівня якості та безпечності екотекстилю. Значна увага приділена пошуку нових ефективних способів захисту текстилю від мікробіологічної деструкції.

Формулювання мети дослідження

Метою роботи є обґрунтування доцільності використання нових тіосульфатних препаратів ЕТС, МТС, АТС для антимікробного оброблення бавовняно-поліефірних різнокомпонентних тканин для спеціального одягу.

Викладення основного матеріалу дослідження

Використовуючи для антимікробного оброблення досліджуваних тканин нові типи тіосульфатних препаратів ЕТС, МТС, АТС, авторами ставились наступні завдання:

- гальмування розвитку на досліджуваних тканинах і спеціальному одязі з них шкідливих для людини патогенних і волокноруйнуючих мікроорганізмів;

- ефективний захист названих тканин і одягу з них від мікробіологічної деструкції в процесі їх експлуатації.

Об'єктами досліджень при вирішенні поставлених завдань служили бавовняно-поліефірні одягові тканини, заправні дані яких наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика заправних даних досліджуваних тканин

Номер варіанта	Волокнистий склад, %	Лінійна густина, Т, текс		Вид переpleтєння	Щільність Р, число ниток на 100 мм		Поверхнева густина, г/м ²	Барвник
		основа	уток		основа	уток		
1	бавовна - 100%	49	38	саржеве	307	292	245	Прямий оранжевий Indosol
2	бавовна - 50% поліефір - 50%	42	25	саржеве	292	220	245	Дисперсний «Foron» RD-SN
3	бавовна - 35% поліефір - 65%	40	23	саржеве	278	227	220	Оптичний відбілювач CBS-X (OBA 351)
4	бавовна - 20% поліефір - 80%	31	27	комбіноване	247	198	220	Дисперсний зелений «Foron» Green – S

Для захисту досліджуваних бавовняно-поліефірних текстильних матеріалів і виробів одягового призначення від негативної дії волокно-руйнуючих і патогенних мікроорганізмів нами були обрані нові тіосульфатні біоцидні препарати [9], які успішно застосовуються для антимікробного захисту в інших галузях промисловості, а саме:

- етилтіосульфатилат (ЕТС);
- алілтіосульфатилат (АТС);
- метилтіосульфатилат (МТС).

Антимікробна обробка бавовняно-поліефірних одягових тканин проведена в Аналітично-дослідній випробувальній лабораторії «Текстиль-ТЕСТ», м. Київ, (Київський національний університет технологій і дизайну) за наступною методикою. Зразки тканин просочувались спиртово-водним розчином (60/40) препаратів ЕТС, МТС і АТС у плюсовці при кімнатній (18-20°C) температурі і відносній вологості повітря 63-65 %. Потім, ці досліджувані зразки, віджимали на плюсовці до залишкової вологості 6-8% та висушували при температурі 50, 60 та 75°C відповідно. Мінімальна концентрація препаратів ЕТС, МТС і АТС складала 0,5%.

Показники мінімальної концентрації обробних тіосульфатних препаратів для бактерицидної (А) та бактеріостатичної (Б) обробки бавовняно-поліефірних одягових тканин для їх захисту від біодеструкції волокноруйнуючими та патогенними мікроорганізмами наведені в таблиці 2. Активність біоцидних препаратів визначали суспензійним методом згідно з нормативною документацією (ГОСТ 9.048-89 «Изделия технические. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов» та ГОСТ 9802-84 «Ткани и изделия из натуральных, искусственных, синтетических волокон и их смесей. Метод испытания на грибостойкость»). Облік розвитку тест-культур проводили щоденно впродовж двох тижнів.

Таблиця 2

Мінімальна концентрація обробних тіосульфатних препаратів для бактерицидної (А) та бактеріостатичної (Б) обробки бавовняно-поліефірних одягових тканин

Вид мікроорганізмів	Мінімальна дієва концентрація, %					
	ЕТС		МТС		АТС	
	А	Б	А	Б	А	Б
<i>Trichoderma viride</i>	0,055	0,006	0,055	0,012	0,025	0,012
<i>Aspergillus niger</i>	0,055	0,0185	0,05	0,008	0,05	0,008
<i>Penicillium funiculosum</i>	0,0185	0,006	0,0185	0,006	0,0185	0,006
<i>Paecilomyces variotii</i>	0,0185	0,006	0,0625	0,003	0,625	0,003
<i>Chaetomium globosum</i>	0,055	0,006	0,055	0,006	0,12	0,03

Окрім зони затримки росту досліджуваних тест-культур мікроорганізмів на бавовняно-поліефірних тканинах були використані ще два інші критерії: зміна чисельності мікроорганізмів на досліджуваних тканинах (КУО на 100см²), а також зниження розривного навантаження тканин до і після їх контакту із ґрунтовими мікроорганізмами до і після оброблення ЕТС, МТС та АТС після їх видалення з чорноземного ґрунту (стандартна і авторська методики). Отримані результати досліджень наведені у табл.10-11.

Оцінку величини антимікробного ефекту на досліджуваних бавовняно-поліефірних одягових тканинах після їх оброблення препаратами ЕТС, МТС та АТС проводили за наступними критеріями:

- зменшенням чисельності волокноруйнуючих і патогенних мікроорганізмів на досліджуваних тканинах після їх антимікробної обробки препаратами ЕТС, МТС та АТС (КУО на 100 см² тканини);
- зниженням коефіцієнту біостійкості досліджуваних тканинах (у %) після їх оброблення препаратами ЕТС, МТС та АТС, після контакту тканин з комплексом ґрунтових мікроорганізмів (ГОСТ 9.060-75).

Коефіцієнт біостійкості тканин до мікробіологічного руйнування (%) розраховували за формулою:

$$П = \frac{P_m}{P_o} \times 100,$$

де P_м - розривне навантаження смужки тканини, після дії на неї комплексу ґрунтових мікроорганізмів;

P_в - розривне навантаження смужки тканини до її контакту з ґрунтовими мікроорганізмами.

Слід відмітити, що в наших дослідженнях, окрім стандартної методики, використовувалась і авторська методика оцінки біостійкості текстильних матеріалів. Суть цієї методики полягає в тому, що зразки тканин до і після їх антимікробного оброблення поміщали в чорнозем, на глибину 15 см, який не містив ні піску, ні навозу, а тільки городній ґрунт, який розміщувався на відстані 200 м від берега Чорного моря. Ми його назвали «Чорнозем чорноморського берега».

Таким чином, у наших дослідженнях для оцінки ефективності використання препаратів ЕТС, МТС та АТС нами використовувались три критерії, а саме:

- гальмування зони росту колоній мікроорганізмів;
- зменшення чисельності волокноруйнуючих мікроорганізмів на тканинах після їх оброблення біоцидними препаратами;
- стандартна методика.

Отже, ефективність антимікробного оброблення на досліджуваних бавовняно-поліефірних тканинах визначали за двома критеріями: зміна чисельності мікроорганізмів на досліджуваних тканинах (КУО на 100см²), а також зниження розривного навантаження тканин до і після їх контакту із ґрунтовими мікроорганізмами до і після оброблення ЕТС, МТС та АТС після їх видалення з чорноземного ґрунту (стандартна і авторська методики). Отримані результати досліджень наведені у табл. 3-4.

Уточнимо спочатку термін КУО, це колоніє утворюючі одиниці, які характеризують чисельність (кількість) життєздатних мікроорганізмів в одиниці об'єму, наприклад, 1 мл рідини.

Як свідчить аналіз даних таблиці 3, обрані тест-культури бактерій і грибів на досліджуваних тканинах характеризуються вибірковою чутливістю до біоцидних препаратів ЕТС, МТС та АТС. При цьому названі препарати більш ефективно гальмують життєдіяльність волокноруйнуючих і патогенних бактерій. Суттєвий вплив на біостійкість досліджуваних тканин має їх волокнистий склад. Тканини із домінуючим вмістом поліефірних волокон виявились більш біостійкими у порівнянні з чисто бавовняними тканинами.

Як видно із аналізу даних табл. 4, кращим за коефіцієнтом біостійкості виявились тканини, оброблені препаратом ЕТС. У порівнянні з іншими препаратами, вони забезпечують вищий коефіцієнт біостійкості. Ефективним виявилось використання тіосульфатних біоцидних препаратів для захисту одягових бавовняно-поліефірних тканин від тривалої дії комплексу ґрунтових мікроорганізмів.

Порівняльна характеристика коефіцієнтів біостійкості досліджуваних тканин до і після оброблення препаратами ЕТС, МТС та АТС за стандартною (ГОСТ 9.060-75) і авторською методиками підтверджує можливість і доцільність використання в практиці оцінки біостійкості досліджуваних тканин і авторської методики, яка характеризується більшою зручністю і доступністю.

Таблиця 3

Оцінка біостійкості одягових бавовняно-поліефірних тканин (КУО/100см²)

№ Зр.	Волокнистий склад	Вид оброблення	Бактерії	Плісняві гриби роду			Staphylo coccus	БТКП E. coli	Дріждж. грибок Сабуро
				Aspergillus	Penicillium	Mucor			
1.	бавовна, 100%	Без оброблення	4500	200	Не виявлено	300	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		ЕТС	400	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		МТС	800	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		АТС	1100	200	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		Без оброблення	4600	100	5000	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
2	50% бав., 50% поліефіру	ЕТС	700	400	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		МТС	750	200	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		АТС	1000	Не виявлено	200	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		Без оброблення	10500	200	200	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
3	35% бав., 65% поліефіру	ЕТС	400	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		МТС	3200	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		АТС	4000	Не виявлено	100	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		Без оброблення	16500	100	100	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
4	20% бав, 80% поліефіру	ЕТС	6000	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		МТС	5500	Не виявлено	100	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		АТС	1250	100	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		Без оброблення	16500	100	100	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Таблиця 4

Вплив виду оброблення на біостійкість бавовняно-поліефірних текстильних матеріалів

№ з/п	Волокнистий склад	Вид оброблення	Коефіцієнт біостійкості (К, %) після контакту з ґрунтовими мікроорганізмами, дні			
			за стандартною метод.		в природних умовах	
			10	30	10	30
1	2	3	4	5	6	7
1	бавовна 100%	Без оброблення	57,16	48,27	50,92	39,92
		ЕТС	85,39	77,96	89,83	77,96
		МТС	83,61	68,15	84,53	70,9
		АТС	80,2	71,42	81,38	65,26
2	50% бавовни, 50% поліефіру	Без оброблення	56,07	45,91	54,96	37,08
		ЕТС	87,44	66,51	83,03	66,62
		МТС	81,6	65,3	79,29	67,51
		АТС	78,01	49,83	80,66	64,08

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7
3	35% бавовни, 65% полієфіру	Без оброблення	50,16	43,6	55,4	38,68
		ЕТС	85,07	58,27	89,32	61,43
		МТС	81,61	52,55	82,8	48,2
		АТС	81,48	45,75	85,18	47,38
4	20% бавовни, 80% полієфіру	Без оброблення	89,2	67,77	88,88	64,12
		ЕТС	92,85	70,31	92,06	66,03
		МТС	90,33	64,97	88,74	63,39
		АТС	89,68	68,25	88,88	63,49

Висновки

Встановлено, що препарати ЕТС, МТС та АТС зручні та безпечні у використанні та забезпечують гальмування розвитку на досліджуваних тканинах і спеціальному одязі з них шкідливих для людини патогенних і волоконоруйнуючих мікроорганізмів.

Суттєвою перевагою препаратів ЕТС, МТС та АТС є ефективний захист названих тканин і одягу з них від мікробіологічної деструкції в процесі їх експлуатації.

Таким чином, на основі використання всіх обраних критеріїв оцінки біостійкості досліджуваних тканин з використанням тиосульфатних антимікробних препаратів можна зробити однозначний висновок про доцільність використання цих препаратів у вітчизняній текстильній промисловості.

Список використаної літератури

1. Ильичев В.Д. Экологические основы защиты от биоповреждений / В.Д. Тльичев, Б.В. Бочаров, М.В. Горленко – М.: Наука, 1985. – 264с.
2. Мартиросян І.А. Вплив біоцидного оброблення целюлозовмісних текстильних матеріалів на зміну їх властивостей [текст] / І.А. Мартиросян, О.В. Пахолук, В.І. Лубенець // Вісник Хмельницького національного університету. – 2018. - № 6. – С. 94-99.
3. Галик І.С. Вплив оброблення текстильних матеріалів на формування рівня їх біостійкості та екологічної безпечності / І.С. Галик, Б.Д. Семак // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – 2009. - № 1 (15). – с. 16-19.
4. Пахолук О.В. Дослідження ефективності біоцидних речовин для оброблення одягових текстильних матеріалів спеціального призначення [текст] / О.В. Пахолук, В.І. Лубенець, І.А. Мартиросян // Товарознавчий вісник : збірник наукових праць Луцького НТУ. – 2018. – Випуск 11. – С.100-108.
5. Пахолук О.В. Використання деяких поліфункціональних обробних препаратів для захисту текстильних целюлозовмісних матеріалів від мікробіологічних пошкоджень / О.В. Пахолук, Г.О. Пушкар, І.С. Галик, Б.Д. Семак // Вісник Хмельницького національного університету. – 2019. - № 1.
6. Галик І.С. Шляхи ефективного захисту текстилю від біопошкоджень / І.С. Галик, Б.Д. Семак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2012. - № 3 – с. 111-117.
7. Галик І.С. Пошук ефективних способів захисту текстилю від дії шкідливих мікроорганізмів / І.С. Галик, Б. Д. Семак, З.М. Семак // Віник Львівської комерційної академії. – Львів: Видавництво Львівської комерційної академії, 2014. – Вип. 14. – с.6-10
8. Семак Б.Д. Використання нанотехнологій у формуванні асортименту та якості текстилю / Б.Д. Семак, І.С. Галик // Вісник Хмельницького національного університету. – 2013. - № 4. – С. 108-113.
9. Lubenets V. Development of new antimicrobial compositions of thiosulfonate structure / V. Lubenets, O. Karpenko, M. Ponomarenko // Chemistry and Chemical Technology. - Vol. 7. №2. - 2013. - P. 119-124.

А.Ю. ПАВЛЮК, Н.М. ЛИТВИНЕНКО
Київський національний університет технологій та дизайну

РОЗРОБКА ДИЗАЙНУ КОЛЕКЦІЇ МОДЕЛЕЙ ЖІНОЧОГО ОДЯГУ В ЕТНОСТИЛІ З ІНТЕРПРЕТАЦІЄЮ УКРАЇНСЬКИХ АУТЕНТИЧНИХ КОСТЮМІВ ВОЛИНИ XIX – XX СТ.

У статті представлено результати розробки дизайну колекції моделей жіночого одягу в етностилі з інтерпретацією українського автентичного костюму Волині XIX – XX ст., яка глибоко відображає духовне багатство народного мистецтва. Проаналізовано використання етномотивів у текстильних предметах інтер'єру та колекціях світових дизайнерів, та модні тенденції з метою вибору актуальних трендів для створення сучасної колекції одягу. Першоджерелом для дизайну колекції жіночого одягу обрано автентичний костюм Волині XIX – XX ст. Актуальність роботи підтверджено прикладами використання українських мотивів у роботах сучасних дизайнерів.

Як результат, виготовлено у матеріалі колекцію одягу в етностилі різного призначення, від побутового до святкового. Дана колекція призначена для жінок середньої і старшої вікових груп. Вироби призначені для всесезонного періоду, так як мають високі теплозахисні та гігроскопічні властивості за рахунок обраної сировини. Тканину для колекції виготовлено вручну на ткацькому верстаті за старовинними технологіями. Орнамент на костюмах представлено за допомогою: оксамитових стрічок чорного кольору, тканих елементів та вишитих орнаментів.

У результаті спрощення первинного об'єкту, а саме автентичного костюму Волині XIX – XX ст. за допомогою творчих засобів створено збірні образи моделей сучасних костюмів, які зберігають концепцію та характерні риси джерела творчості.

В статті використано метод мистецтвознавчих спостережень та узагальнень – дослідження джерела, фіксування загальних ознак та властивостей; структурно-типологічний метод – аналіз модних трендів та джерельної бази, виявлення подібностей з метою відмінності; компаративний метод – вивчення зібраної інформації, її взаємозв'язку на основі порівняльно-історичного підходу.

Ключові слова: колекція, автентичний костюм, ткацтво, Волинь XIX – XXст., сучасні моделі одягу.

А.Ю. ПАВЛЮК, Н.Н. ЛИТВИНЕНКО
Киевский национальный университет технологий и дизайна

РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА КОЛЛЕКЦИИ МОДЕЛЕЙ ЖЕНСКОЙ ОДЕЖДЫ В ЭТНОСТИЛЕ С ИНТЕРПРЕТАЦИЕЙ УКРАИНСКИХ АУТЕНТИЧНЫХ КОСТЮМОВ ВОЛЫНИ XIX – XX СТ.

В статье представлены результаты разработки дизайна коллекции моделей женской одежды в этностиле с интерпретацией украинского аутентичного костюма Волини XIX - XX вв., Глубоко отражает духовное богатство народного искусства. Проанализировано использование этномотивов в текстильных предметах интерьера и коллекциях мировых дизайнеров, и модные тенденции с целью выбора актуальных трендов для создания современной коллекции одежды. Первоисточником для дизайна коллекции женской одежды избран аутентичный костюм Волини XIX - XX ст. Актуальность работы подтверждается примерами использования украинских мотивов в работах современных дизайнеров.

Как результат, изготовлено в материале коллекцию одежды в этностиле различного назначения, от бытового к праздничному. Данная коллекция предназначена для женщин среднего и старшего возрастов. Изделия предназначены для всесезонного периода, так как имеют высокие теплозащитные и гигроскопические свойства за счет выбранной сырья. Ткань для коллекции изготовлены вручную на ткацком станке по старинным технологиям. Орнамент на костюмах представлено с помощью: бархатных лент черного цвета, тканых элементов и вышитых орнаментов.

В результате упрощения первичного объекта, а именно аутентичного костюма Волини XIX - XX ст. с помощью творческих средств созданы собирательные образы моделей современных костюмов, которые сохраняют концепцию и характерные черты источников творчества.

В статье использован метод искусствоведческих наблюдений и обобщений - исследование источника, фиксирование общих признаков и свойств; структурно-типологический метод - анализ модных трендов и источниковой базы, выявления сходств с целью различия; компаративный метод - изучение собранной информации, ее взаимосвязи на основе сравнительно-исторического подхода.

Ключевые слова: коллекция, аутентичный костюм, ткачество, Волинь XIX - XX ст., современные модели одежды.

A.Yu. PAVLUK, N.M. LYTVYENKO
Kyiv National University of Technologies and Design

DEVELOPMENT OF A COLLECTION OF MODELS OF WOMEN'S CLOTHING IN ETHNISTAL WITH INTERPRETATION OF UKRAINIAN AUTHENTIC FABRIC ASSETS OF THE XIX - XX CENTURY

The article presents the results of the design development of the collection of women's clothing models in ethnic style with the interpretation of the Ukrainian authentic Volyn costume of the XIX - XX centuries. Deeply reflects the spiritual richness of folk art. Analyzed the use of ethno-motives in textile interior items and collections of world designers, and fashion trends in order to select current trends to create a modern collection of clothes. The original source for the design of a collection of women's clothing elected authentic costume Volyn XIX - XX century. The relevance of the work is confirmed by examples of the use of Ukrainian motifs in the works of contemporary designers.

As a result, a collection of clothes in ethnic style is made for various purposes, from household to festive. This collection is intended for women of middle and older age. Products are intended for the all-season period, as they have high heat-shielding and hygroscopic properties due to the selected raw materials. Fabric for the collection is made by hand on a loom according to old technologies. The ornament on the costumes is presented with the help of: black velvet ribbons, woven elements and embroidered ornaments.

As a result of the simplification of the primary object, namely the authentic Volyn costume of the XIX - XX centuries. With the help of creative tools, collective images of models of modern costumes have been created, which preserve the concept and characteristic features of creative sources.

The article uses the method of art-related observations and generalizations - the study of the source, the fixation of common features and properties; structural-typological method - analysis of trend trends and source base, identification of similarities for the purpose of difference; A comparative method is the study of the collected information, its interrelations on the basis of a comparative-historical approach.

Keywords: collection, authentic costume, weaving, Volyn XIX - XX centuries, modern models of clothing.

Постановка проблеми

На сьогоднішній день в Україні склалась досить складна ситуація. Тому, зважаючи на події останніх років, провідні дизайнери України та світу не змогли стояти осторонь – за допомогою своїх інтер'єрів, колекцій одягу та аксесуарів, вони максимально привертали увагу до українського питання.

Спадщина українського народного вбрання велика й багатоманітна. В різні часи у всіх куточках України створювалися дивовижні за красою й довершеністю виконання різновиди одягу, його крій, оздоблення, колорит. Рідкісне вміння робити власну річ у межах столітніх традицій повсякчас об'єднує українських дівчат і жінок.

Мода на своє, традиційне, українське є вічною, а на сьогоднішній день вона має надвисоку затребуваність не лише на території України, а й за її межами, серед людей будь-якого віку, статусу та статі. В умовах національного піднесення українського духу ми все більше звертаємося до нашого коріння, транспортуючи та інтерпретуючи минуле на сучасний лад.

Крізь час, аналізуючи минуле, теперішнє та майбутнє, ми – українці, не можемо забувати те, що наша душа вишивана, а над нами повинно світити ясне небо. Адже, лише, знаючи свою культуру, ми зможемо стати тим єдиним і непереможним народом.

Методи досліджень базуються на загальному систематичному підході до проектування. Використано метод мистецтвознавчих спостережень та узагальнень – дослідження джерела, фіксування загальних ознак та властивостей; структурно-типологічний метод – аналіз модних трендів та джерельної бази, виявлення подібностей з метою відмінності; компаративний метод – вивчення зібраної інформації, її взаємозв'язку на основі порівняльно-історичного підходу [1]. Ескізи моделей колекції виконано вручну.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Мистецтво костюма нині виходить на новий етап розвитку, що формує модерні системи культурологічних інтерпретацій. Художники-модельєри надають вітчизняній моді національних ознак, органічно вписуючись у світову моду.

Через великий попит на одяг в етностилі, він вже декілька років не сходить з подіумів провідних світових та українських тижнів моди. Багато вітчизняних та закордонних дизайнерів звертались до даного напрямку хоч раз, хоча багато провідних фахівців здебільшого працює лише у даному стильовому напрямку.

Актуальність роботи підтверджено прикладами використання українських мотивів у роботах сучасних дизайнерів, наприклад арт-директор Діог Джон Гальяно створив колекцію «Заморожені наречені», Жан-Поль Готье після візиту в Україну створив колекцію, на показі якої сектори були

поділені наче українські області. Моделі суконь мали назву «Буковина», «Крим» та ін. Український бренд «Chernikova» створює одяг у стилі етномодерн. Дизайнер в своєму одязі робить акцент на українські народні мотиви. Приклади використання українських мотивів у дизайні одягу представлено на рис.1 [2].



Рис. 1. Використання українських мотивів у колекціях дизайнерів одягу

Охарактеризувавши та дослідивши етностиль було розроблено безліч варіантів, які підходять під даний стиль, адже це дозволяє споживачеві створити новий і водночас традиційний образ, розкрити свій внутрішній світ і дозволяє відчувати себе в одному з українських етнотворів. Також підсумовуючи творчу діяльність українських дизайнерів, можемо сказати що етностиль є актуальним та затребуваним на сьогоднішній день для широкого кола споживачів, які люблять поєднувати традиції з сучасністю.

Отже, українські мотиви вже не є новинкою в fashion індустрії, завдяки своїм виразним художнім засобам створюють у дизайні одягу та інтер'єрі особливий настрій, що несе певний філософський зміст.

Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є розробка сучасної колекції моделей жіночого одягу в етностилі з інтерпретацією українських автентичних костюмів Волині XIX-XX ст. В якості оздоблення запропоновано орнаменти українських волинських костюмів, що виготовлені технікою ручного ткацтва

Викладення основного матеріалу дослідження

Сучасна мода тяжіє до постійного вдосконалення, свободу силуету і невимушеність фасону поступово витісняє суворість і «табу». Аналізуючи етностиль, зрозуміло, що даний стиль захоплює та вражає. Етностиль в одязі, як не парадоксально, це повернення до фольклору та історії зараз привносить колосальну новизну і різноманітність, дизайнери часто порівнюють етнічний одяг зі весняними пролісками, які збагачують своєю появою консервативні колекції на сучасному подіумі. Висока автентичність — ось відмінна риса, яка притаманна етнічним образам в одязі, адже етностиль тяжіє до культури однієї або декількох країн.

Етнонаряди завжди відрізнялися простотою і раціональністю, вільний крій сприяв високому комфорту такого одягу. Ще однією відмінною особливістю стала помпезна обробка виробів гардероба: аплікації, всіляка бахрома, яскрава вишивка, часто поєднувалися тканинні фактури, віталися в'язані вставки, строкатості додавали пайетки, бісер, а деякою безглуздістю надавав хутро. Основними відтінками вважалися пастельні, наближені до натуральних, ні в якому разі не агресивні тони: коричневий і зелений кольори вважалися найбільш типовими [2].

Ось вже більше половини століття етнічний стиль стрімко розвивався в колах високої моди, але так уміло асимілював і серед простих народних мас, що до цього дня займає чільне місце в гардеробних шафах модниць. Безумовно, літній сезон особливо багатий на фольклорні мотиви, чому сприяє високий комфорт і легкість матеріалу, який береться за основу багатьох нарядів в стилі «етно».

В якості першоджерела для розробки колекції одягу обрано автентичні костюми Волині XIX-XX ст.: Сокальського, Дубровицького, Камінь-Каширського районів. Характерною рисою костюмів Волині була унікальна тканина серпанок. Серпанок – це тканина, яку по праву можна вважати прототипом сучасних тканин – фатіну, вуалі, газу, марлі. Виготовлення його на території сучасної України було відоме багато століть тому. Навіть перша писемна згадка датується 1565 роком.

Спадщина українського історичного вбрання велика й багатоманітна. В різні часи у всіх куточках України створювалися дивовижні за красою й довершеністю виконання різновиди одягу, його крій, оздоблення, колорит. Виразність комплексів убрання досягалася використанням різних матеріалів, виготовлених переважно в домашніх умовах, простотою й доцільністю крою, багатим оздобленням та доповненням до нього.

Загалом у основі всіх видів і методів стилізації лежить принцип художньої трансформації реальних об'єктів, таких як український народний костюм, за допомогою різних образотворчих засобів і

прийомів. Трансформація, у колекції, відбувається шляхом спрощення та узагальнення форми зображуваного об'єкта, такого як український народний костюм Волині XIX – XX ст., укрупнення або зменшення частин об'єкта колекції, зміни кількості деталей, природного кольору. Наприклад об'єднання різних частин стилізованого зображення костюму дозволяє створити максимально виразний образ, навіть якщо первинно елементи цього проекту були скопійовані з різних об'єктів українських народних костюмів.

Головною метою художньої трансформації проекту є створення максимально виразного образу, наповненого емоційністю, яскравістю запам'ятовування, недосяжних в реалістичному зображенні.

Для українського історичного костюму Волині XIX – XX ст. характерним в ті часи було оздоблення орнаментами за допомогою ткацтва. У кольоровій гамі переважали натуральні кольори з сірим та молочним відтінком, зелені та бордові кольори. З аксесуарів характерною рисою Волині були срібні дукачі, корали та намітки, виготовлені з серпанку [5].

Інтерпретація костюму Сокальського району Львівської області представлена на рис. 2. Характерною рисою автентичного костюму було оздоблення виконане у чорному кольорі. Сучасний костюм виготовлений з сукна. Сукно – вовняна чи напіввовняна тканина апаратного прядіння, на лицьовій поверхні якої утворюється повстяноподібний застил, що закриває переплетення ниток. Виробництво сукна з вовни засновується на здатності вовняного волокна за допомогою чіпких лусочок і зубчиків звальватися з іншими волокнами. [3].

Костюм, що інтерпретує костюм Сокальського району має приталений силует. Використання формостійкого сукна із вовняної пряжі дозволило створити гармонійний силует жіночого жакету з баскою, розташувати на ньому декоративні деталі з чорного оксамиту, що імітують оздоблення автентичного костюму Сокальського району. Костюм призначений для повсякденного використання, зимового асортименту.



Рис. 2. Автентичний костюм Сокальського р-ну (зліва) та модель-інтерпретація (справа)

Інтерпретація костюму Дубровицького району Рівненської області представлено на рис. 3. Характерною рисою автентичного костюму є легендарна тканина серпанок. Даний історичний костюм призначався для обрядових цілей, а саме весілля. Структуру тканини серпанок описано вище. Сучасна сукня виготовлена з серпанкової тканини, приталеного силуету. Оздоблена кольоровими тканинами елементами, прототипом яких є історичні крайки. Сукня призначення для урочистих подій, всесезонна.



Рис. 3. Автентичний костюм Дубровицького р-н (зліва) та моделі-інтерпретації (справа)

Інтерпретація костюму Камінь-Каширського району Волинської області представлено на рис. 4. Характерною рисою даного історичного костюму був літник зеленого кольору та вишиті орнаменти. Даний історичний костюм мав побутове призначення. Виготовлений з вовняного літника та лляної сорочки. Літник – смугаста яскрава вовняна або напіввовняна спідниця, яка була розповсюджена на Київському та Житомирському Поліссі, а на Рівненщині та Волині їх робили з полотна – у 5-6 полотнищ. Внизу прикрашали горизонтальною червоною смугою [4]. Сучасний інтерпретований костюм призначений для виступів на сцені. Костюм приталеного силуету, складається з лляної сорочки, зеленої спідниці, що оздоблена декоративними «рушничками». Оздоблення костюму представлено вишитими елементами. Схеми вишивки взято з історичного костюму Камінь-Каширського району.



Рис. 4. Автентичний костюм Камінь-Каширського р-н (зліва) та модель-інтерпретація (справа)

Інтерпретація степанського костюму Сарненського району Рівненської області представлено на рис. 6. Характерною рисою даного історичного костюму були деталі з оксамиту, фабрична тканина у квіти та вишита камізелька. Даний історичний костюм мав статусне призначення, адже фабричну тканину на початку ХХ століття могли собі дозволити лише заможні люди. Сучасні інтерпретовані костюми призначені для повсякденного використання. Костюми приталеного силуету. Перший костюм складається з сучасного жилета, модних штанів-кюлотів та сорочки класичного крою з рукавами в рюш-складки. Другий костюм складається зі спідниці з поясом, блузи з серпанковими рукавами та відкритими плечами та з'ємного каптура з оксамиту.



Рис. 5. Автентичний костюм Сарненського р-н (зліва) та моделі-інтерпретації (справа)

Основною концепцією колекції є поєднання різних елементів та історичних костюмів, об'єднаних єдиною ідеєю – інтерпретація автентичних костюмів Волині ХІХ – ХХ ст. в єдине ціле, так звана композиція. Хоч і моделі різні за силуетом, формою, оздобленням та матеріалами, але цілісність колекції не порушується, адже головна ідея об'єднує всі костюми.

Дана колекція призначена для жінок середньої та старшої вікової групи. Адже моделі костюмів спроектовані так, аби приховати вікові недоліки жінок та надати їм впевненості у собі. Вироби призначені для різних сезонів та призначення, тому споживач може обрати костюм, що підходить для його особистих потреб найкраще. Для виготовлення колекції обрано лише натуральні матеріали, що нададуть найкращі теплозахисні та гігієнічні властивості.

Висновки

В статті проаналізовано використання українських етнічних мотивів у текстильних предметах інтер'єру та колекціях одягу світових дизайнерів моди. Здійснено вибір і аналіз першоджерела для створення колекції одягу на основі інтерпретацій українських історичних костюмів Волині XIX – XX ст.

Композиційність колекції та її моделей створено на основі поставленої мети. Спроектовано та відтворено моделі з колекції інтерпретації українського автентичного костюму Волині XIX – XX ст.

Список використаної літератури

1. Малинская А.Н. Разработка коллекций моделей: теория и практика./ А.Н. Малинская, С.Р. Смирнова – Иваново: ИГТО. 2008. – 276с.
2. Инна Осиновская. Современная мода взялась за старое. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kp.vedomosti.ru/deluxe/article/2018/09/26/782055-svoimi-rukami>.
3. Центр дослідження і відродження Волині. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.facebook.com/volyncentre/>
4. Сукно. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Сукно>.
5. Літник. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Літник_\(одяг\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Літник_(одяг)).

УДК 663.86.054.2

Л.В. САЛЄБА, К.О. ЄЩЕНКО
Херсонський національний технічний університет

ІДЕНТИФІКАЦІЙНА ЕКСПЕРТИЗА БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ

Ідентифікаційна експертиза є основоположною, адже дослідний продукт може відноситися до небезпечних, або бути включеним в перелік заборонених товарів. Поки товар не ідентифікований, неможливо правильно оцінити його відповідність, коректно провести експертизу його якості.

Існує тенденція до збільшення обсягів споживання та до розширення асортименту напоїв спеціального, профілактичного або лікувального призначення. Тому існує необхідність виявлення критеріїв ідентифікації та визначення показників якості і безпечності такої продукції. Одним із факторів, який формує безпеку безалкогольних напоїв, є їх рецептура. Ідентифікацію проводять поетапно, виконуючи аналіз документів на продукцію, проводячи зовнішній огляд, досліджуючи маркування, органолептичні властивості і при необхідності показники якості продуктів. Якість газованих безалкогольних напоїв встановлюється за діючими технічними умовами виробництва та державними стандартами за органолептичними та фізико-хімічними показниками.

Для проведення ідентифікації і оцінки якості газованих безалкогольних напоїв в даній роботі було обрано п'ять зразків сильногазованих безалкогольних соковмісних напоїв, виготовлених в Україні, на натуральних ароматизаторах, що користуються попитом серед молоді.

Маркування досліджуваних зразків виконано державною мовою з наявністю обов'язкової інформації, із зазначенням складу напою, інформацією про виробника, терміном придатності. Значення ідентифікаційних показників, а саме масова доля сухих речовин, загальна кислотність, всіх досліджуваних зразків відповідають вимогам стандарту ДСТУ 4069:2016.

Ідентифікація безалкогольних напоїв повинна носити характер комплексної оцінки, за якої найбільше значення мають типові критерії, які важко фальсифікувати.

Ключові слова: ідентифікація, безалкогольні напої, експертиза.

Л.В. САЛЄБА, К.А. ЄЩЕНКО
Херсонский национальный технический университет

ИДЕНТИФИКАЦИОННАЯ ЭКСПЕРТИЗА БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Идентификационная экспертиза является основополагающей, ведь пищевой продукт может относиться к опасным или быть включенным в перечень запрещенных товаров. Пока товар не идентифицирован, невозможно правильно оценить его соответствие, корректно провести экспертизу его качества.

Существует тенденция к увеличению объемов потребления и к расширению ассортимента напитков специального, профилактического или лечебного назначения. Поэтому существует необходимость выявления критериев идентификации и определения показателей качества и безопасности такой продукции. Одним из факторов, который формирует безопасность безалкогольных напитков, является их рецептура. Идентификацию проводят поэтапно, выполняя анализ документов на продукцию, проводя внешний осмотр, исследуя маркировку, органолептические показатели и при необходимости показатели качества продуктов. Качество газированных безалкогольных напитков устанавливается по действующим техническим условиям производства и государственным стандартам по органолептическим и физико-химическим показателям.

Для проведения идентификации и оценки качества газированных безалкогольных напитков в данной работе были выбраны пять образцов сильно газированных безалкогольных сокодержущих напитков, изготовленных в Украине, на натуральных ароматизаторах, пользующихся спросом среди молодежи.

Маркировка исследуемых образцов выполнена на государственном языке с наличием обязательной информации, с указанием состава напитка, информацией о производителе, сроком годности. Значение идентификационных показателей, а именно массовая доля сухих веществ, общая кислотность, всех исследуемых образцов соответствуют требованиям стандарта ДСТУ 4069: 2016.

Идентификация безалкогольных напитков должна носить характер комплексной оценки, при которой наибольшее значение имеют типичные критерии, которые трудно фальсифицировать.

Ключевые слова: идентификация, безалкогольные напитки, экспертиза.

L. SALEBA, K. ESCHENKO
Kherson National Technical University

IDENTIFICATION EXPERTISE OF NON-ALCOHOLIC BEVERAGES

Identification examination is fundamental because the research product can be dangerous or to be included in the list of prohibited goods. While the goods are not identified, it is impossible to correctly assess its conformity, to properly conduct an examination of its quality.

There is a tendency to increase the volume of consumption and to expand the range of drinks special, preventive or therapeutic purposes. Therefore, there is a need to identify identification criteria and determine the quality and safety performance of such products. One of the factors that shapes the safety of soft drinks is their recipe. Identification is carried out by gradually performing the analysis of documents on products, conducting an external review, studying the labeling, organoleptic properties and, if necessary, indicators of product quality. The quality of carbonated soft drinks is determined by the operating technical conditions of production and state standards for organoleptic and physico-chemical indicators.

In order to identify and evaluate the quality of carbonated soft drinks in this work, five samples of heavy gas non-alcoholic juice drinks made in Ukraine, on natural flavorings, which are in demand among young people, were selected in this work.

Marking of the studied samples is done in the state language with the availability of mandatory information, indicating the composition of the beverage, information on the manufacturer, expiration date. The value of identification indicators, namely, the mass fraction of dry matter, total acidity, of all the samples tested meet the requirements of DSTU 4069: 2016. Identification of non-alcoholic beverages should be characterized by a complex assessment, in which the most important are typical criteria that are difficult to falsify.

Keywords: identification, non-alcoholic beverages, expertise.

Постановка проблеми

Ідентифікаційна експертиза є основоположною, і всі дії з товаром повинні починатися тільки з неї. Адже дослідний продукт може відноситися до небезпечних продуктів, або бути включеним в перелік заборонених товарів. Крім того, поки товар не ідентифікований, неможливо правильно оцінити його відповідність, коректно провести експертизу його якості. Показники ідентифікації – характеристики товару, за допомогою яких можна ототожнювати асортиментні і кваліметричні характеристики представленого товару з назвою, вказаною при маркуванні і/або в нормативних, товаросупровідних документах, а також з вимогами, встановленими нормативними документами. Показники ідентифікації поділяють на органолептичні, анатомо-морфологічні, фізико-хімічні, мікробіологічні [1].

До групи безалкогольних входять напої різної природи, складу, органолептичних властивостей і способів отримання, які об'єднанні призначенням – утамовувати спрагу і надавати освіжаючу дію. Харчову цінність безалкогольним напоям надають цукор (глюкоза, фруктоза, сахароза і ін.), фізіологічну – мінеральні речовини, вітаміни, ферменти, гормони, алкалоїди, ефірні олії і інші речовини.

Різноманітність найменувань, використання широкого переліку сировини, різноманітних технологій вимагають класифікації безалкогольних напоїв одночасно за багатьма ознаками. Напої сокові – напої із вмістом соку від 10,0 до 40,0 %. Асортимент – «Біола», «Бон-Буассон», «Росинка», «АСІ», «Ділайт». Напої на натуральних фруктових соках – готують з натуральних соків, цукрового сиропу, лимонної кислоти, кольору і вуглекислоти. В деякі напої окрім основної сировини додають спирт, есенцію, настої. Напої на пряно-ароматичній рослинній сировині виготовляють з використанням екстрактів, настоїв, концентрованих основ або концентратів пряно-ароматичної рослинної сировини. Тонізуючі напої готують зі складної ароматичної композиції, до складу якої входять ароматні настої на лікарських травах, коріннях, плодах, а також есенції, соки і інші компоненти. Одним з тонізуючих речовин цих напоїв є алкалоїди, які збуджують нервову систему і стимулюють роботу серця, знімають утомленість. Асортимент: «Байкал», «Живчик з ехінацеєю», «Бадьорість», «Тархун», «Пепсі-кола», «Саяни», «Тонік» і ін. Наприклад, напій «Байкал» має смак і аромат композиції настоїв, куди входять звіробій, евкалиптове і лаврове листя, соснові бруньки, елеутерокок, лимон. В рецептуру напою «Саяни» входять цукор, екстракт левзеї, лимонний настій, лимонна есенція, лимонна кислота, колір і вуглекислота. В напій «Бадьорість» додають екстракт елеутерококу, а в напій «Тонік» входять настій полину і хінін. «Тонік» – прозора безбарвна рідина злегка гірко-кислого смаку, тому їм розбавляють міцні алкогольні напої [2]. До напоїв на синтетичних ароматизаторах відносяться ті, при виготовленні яких було використано ароматичні речовини: есенції, ефірні масла, емульсії та інші ароматизатори («Дюшес», «Крем-сода», «Буратіно»). До складу таких напоїв входять: білий цукровий сироп, ароматизатор, барвник, харчова кислота та інші компоненти. Тонізуючі напої містять настої та екстракти рослин з тонізуючими речовинами, такими як кофеїн, теобромін, теофілін та іншими алкалоїдами. Асортимент тоніків з кожним роком зростає за рахунок введення синтетичного кофеїну, цукрозамінників, колеру та ортофосфорної кислоти. Вітамінізовані напої – це напої, що

характеризуються підвищеною біологічною цінністю (високим вмістом вітаміну С) завдяки додаванню до них аскорбінової кислоти, високовітамінних екстрактів соків і настоїв збагачених вітамінами (провітамін А, вітамін Р). Напої для діабетиків (лікувальні напої спеціального призначення), відрізняються від інших повною відсутністю сахарози. В якості підсолоджувачів використовують сахарин-цикломатні суміші, аспартам та цикломат [3, 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Щоб уникнути випуску неякісної продукції, безалкогольні напої повинні бути виготовлені відповідно вимог ДСТУ 4069-2002 «Напої безалкогольні. Загальні технічні умови» за рецептурами і технологічними інструкціями з дотриманням санітарних норм і правил, затверджених в установленому порядку. Також необхідно розробляти схеми управління всіма технологічними процесами від їх проектування до реалізації готового продукту.

Одним із факторів, який формує безпеку безалкогольних напоїв є їх склад (рецептура). У виробництві напоїв широко використовуються консерванти бензойна кислота і бензоат натрію. Тривале вживання бензоату натрію з харчовими продуктами призводить до порушень обміну речовин і може викликати онкологічні захворювання. Іншою групою добавок, які також часто використовуються, є барвники. Доведено, що синтетичні барвники можуть викликати алергічні реакції організму, а також різні захворювання (гематологічні, цитогенетичні, нервові і інші порушення). Встановлено, що бензоати і фосфати можуть посилювати токсичну дію барвників. Використання кофеїну, таурину призводить до збільшення частоти головного болю, у дітей спостерігається погіршення концентрування уваги. Крім того, кофеїн збільшує втрати кальцію організмом. Проте окрім небезпечності рецептурних компонентів продукту, не менш вагомими факторами є порушення режимів технологічного процесу або використання контамінованої сировини чи токсичних матеріалів. Небезпеки, які виникають при цьому, можна розділити на дві групи: біологічні (патогенні мікроорганізми, мезофільні аеробні і факультативно-анаеробні мікроорганізми, бактерії групи кишкової палички) і хімічні (масова частка токсичних елементів, питома ефективна активність природних радіонуклідів).

В ході досліджень [5, 6] встановлено, що найбільш ймовірними технологічними етапами, які можуть призвести до виникнення небезпек є:

1. Етап подачі води, подачі основної і допоміжної сировини, джерелом зараження може стати водопровідна мережа (небезпечний фактор – патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели, токсичні елементи, радіонукліди). ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості», ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної до вживання людиною».
2. Етап приготування купажного сиропу (небезпечні фактори – хімічні (харчові добавки)).
3. Етап підготовки тари: тара може стати джерелом зараження токсичними елементами або біологічними і хімічними факторами, зумовленими їх потраплянням через неналежну санітарну обробку тари.
4. Етап розливу, на якому небезпечними факторами є фізичні чинники (сколи пляшок, металеві елементи).

Основні дефекти газованих безалкогольних напоїв пов'язані з появою в них осаду. Порушення стійкості викликається причинами біологічного і небіологічного характеру. Біологічні помутніння з'являються в результаті розвитку різних видів мікроорганізмів, які в напоях можуть споживати цукор, органічні кислоти, інші розчинні речовини. Безалкогольні напої є гарним живильним середовищем для дріжджів, бактерій, пліснявих грибів. При мікробіологічному псуванні змінюється зовнішній вигляд напою – з'являється слиз, кільця на поверхні, плівка, змінюється забарвлення та з'являється помутніння або осад. Змінюються також запах та смак. З'являється смак бродіння, цвілі або маслянистий присмак. У напоях на цукрозамінниках при використанні лимонної кислоти, можуть розвиватися молочнокислі бактерії, які утворюють стійке замутнення і призводять до збільшення кислотності напою. Дріжджі розмножуються в основному в напоях на фруктових соках при наявності хоча б невеликої кількості кисню.

Крім біологічних осадів, в напоях можуть утворюватися осаді колоїдної природи, причини утворення яких в основному фізико-хімічні процеси, що порушують стабільність колоїдної системи напоїв, а також хімічні реакції між складовими частинами продукту. Як наслідок з'являється наступний дефект: опалесценція газованих напоїв, приготованих на соках і екстрактах, що містять підвищену кількість пектинових речовин, терпенів, або при використанні води з підвищеним вмістом заліза.

Дефектами при зберіганні напоїв під дією прямих сонячних променів є сонячний (терпеноподібний) смак, запах з сірководневими тонами та замутнення. Неприємний запах з'являється внаслідок фотохімічної реакції з утворенням меркаптанів, а помутніння в результаті коагуляції пектинових, дубильних, білкових і фарбувальних речовин під впливом тепла.

Оскільки, існує тенденція до збільшення обсягів споживання та до розширення асортименту газованих безалкогольних напоїв, а також напоїв спеціального, профілактичного або лікувального призначення, тому існує необхідність виявлення критеріїв ідентифікації та визначення показників якості і безпеки такої продукції.

Формулювання мети дослідження

Метою роботи було проведення ідентифікаційної експертизи та дослідження органолептичних і фізико-хімічних показників якості для зразків безалкогольних газованих напоїв, виготовлених в Україні провідними виробниками.

Викладення основного матеріалу дослідження

Ідентифікацію проводять поетапно виконуючи аналіз документів на продукцію, проводячи зовнішній огляд, досліджуючи маркування, органолептичні властивості і при необхідності показники якості продуктів. Більш складна експертиза дійсності товару проводиться з метою визначення фальсифікації. Ідентифікувати соковмісні фруктові або овочеві напої можна за складним складом харчових добавок, які вони містять. Оскільки такі напої розведено водою, є необхідність у введенні стабілізаторів, барвників, ароматизаторів, консервантів та інших інгредієнтів.

Таким чином, до засобів ідентифікації відносяться нормативні документи, які регламентують показники якості, товаросупровідні документи, маркування, органолептичні та фізико-хімічні показники безалкогольних напоїв, які характеризують споживчі властивості товару. Показники безпеки, які визначаються при сертифікаційних випробуваннях, залежать від зовнішнього впливу та обсіменіння мікроорганізмами і непридатні як критерії ідентифікації.

Реальним кроком на шляху боротьби з фальсифікацією є вдосконалення вимог до етикеток. Вимоги до маркування, що проголошені комісією Кодекс Аліментаріус, зобов'язують до заборони будь-якого опису чи представлення продуктів у спосіб, що створює неправильне чи оманливе уявлення про товар. Неприпустимим є також намагання видати товар за інший чи створити уявлення про наявність неіснуючих переваг. Так, необхідно вводити на етикетку дані щодо специфічних характеристик напоїв: назву, процент фруктової частини або процентного вмісту соку, кількість цукру, кількісне вказання будь-якої речовини, на наявність якої звернута увага при описі на етикетці (наприклад вітамін С). Значного впорядкування вимагає вказання харчової та енергетичної цінності з метою більш корисної подачі інформації для споживача. Дані щодо кількості вітамінів та мінеральних речовин необхідно вказувати тільки у разі їх вмісту до добової потреби [8].

Відомості нанесені на етикетку повинні бути повними, достатніми та достовірними для того, щоб у споживача сформувалося адекватне уявлення про продукт, проте не завантажувати людину даними, які заважають сприйняттю товару. Загальним недоліком для етикетування безалкогольних напоїв на основі штучних речовин є наявність зображення плодів та ягід і «фруктова» назва. Досить часто виробники вказують не повний перелік інгредієнтів, що використовувалися при виробництві напоїв, та не наводять дані про окремі барвники, ароматизатори і їх походження.





Для проведення ідентифікації і оцінки якості газованих безалкогольних напоїв в даній роботі було обрано п'ять зразків сильногазованих безалкогольних соковмісних напоїв, виготовлених в Україні, на натуральних ароматизаторах, що користуються попитом серед молоді. Дані маркування: назва, виробник, склад продукту, обраних зразків наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Досліджуваний асортимент безалкогольних напоїв

№	Назва, виробник	Пакування і маркування	Склад продукту	
1	2	3	4	
1	Напій безалкогольний сильногазований соковмісний «Смак апельсина» ТМ «Біола». ДСТУ 4069:2002. Виробник: ПАТ «Орлан» вул. м. Донця, 29, м. Київ, 03126, Україна.			Мінеральна природна столова вода, цукор, діоксид вуглецю, консервованний яблучний сік (1 %), лимонна кислота, ароматична емульсія «Апельсин» (натуральні та ідентичні натуральним ароматичні речовини, E414, E445, барвник бета-каротин, аскорбінова кислота, альфа-токоферол, E202, E160e, E320), аскорбінова кислота, бензоат натрію.

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
2	<p>Напій безалкогольний соковмісний сильногазований «Fanta» з апельсиновим соком. ТУУ14342901.012-2000. Виробник: ІП «Кока-кола беверіджиз Україна лімітед».</p>		<p>Підготовлена артезіанська вода, цукор, сік апельсиновий концентрований (3 %), діоксид вуглецю, лимонна кислота, вітамін С, ароматизатори натуральні, гліцеринові ефіри з деревної смоли, гуарова камідь, барвник бета-каротин.</p>
3	<p>Біттер Лемон – напій безалкогольний соковмісний сильногазований ТМ «Schweppes». ТУУ14342901.012-2000. Виробник: ІП «Кока-кола беверіджиз Україна лімітед», Україна, 07442, Київська обл., Броварський р-н., с. м. т. Велика Димерка.</p>		<p>Підготовлена артезіанська вода, цукор, концентрований лимонний сік (2 %), діоксид вуглецю, лимонна кислота, ароматизатори натуральні, консервант сорбат калію, аскорбінова кислота, крохмалю натрійоктенілсукцинат та гліцериновий ефір з деревної смоли, хінін, сахаринат натрію.</p>
4	<p>«Живчик» з соком яблука – напій безалкогольний соковий сильногазований. ДСТУ 4069:2002. ПАТ «Оболонь», вул. Богатирська, 3, м. Київ, 04655, Україна.</p>		<p>Вода, сироп глюкозно-фруктозний з цукром білим або цукор білий, сік яблучний концентрований (10 %), «Арома» яблучна натуральна, кислота лимонна, настоянка ехінацеї пурпурової, бензоат натрію, кислота аскорбінова.</p>
5	<p>Напій безалкогольний сильногазований на натуральних ароматизаторах зі смаком апельсина ТМ «Mirinda». ДСТУ 4069:2002. ТОВ «Сандора», 57262, Україна, Миколаївська обл., Жовтневий р-н., с. Миколаївське.</p>		<p>Вода питна підготовлена, цукор, діоксид вуглецю, лимонна кислота, модифікований крохмаль, бензоат натрію, камедь рожкового дерева, натуральний ароматизатор апельсина, барвник жовтий «Сонячний захід», цитрат натрію.</p>

Аналіз даних таблиці свідчить, що виробники виконали всі загальні та специфічні вимоги до маркування товару у відповідності до ДСТУ 4518:2010 «Продукти харчові. Маркування для споживачів. Загальні правила» (з поправками та Зміною № 1). На пакуванні нанесено всю необхідну інформацію: назва продукту; назва місцезнаходження виробника; знак для товарів і послуг виробника; позначення об'єму; склад продукту; поживна (харчова) та енергетична цінність (калорійність) харчового продукту; умови зберігання; дата виробництва та кінцева дата споживання; позначення нормативного документа, згідно якого вироблено продукт; інформація щодо сертифікації. При аналізі маркування було встановлено правильність нанесення штрих-коду. Для зразків № 2 і 3 вказано штрих-код головної компанії, яка зареєстрована в EAN-13 і за ліцензією якої виготовлено цей продукт. Слід зазначити, що при розрахунку енергетичної цінності напоїв для зразків № 1, 4, 5 виробниками було допущено похибку у 5 – 6 %.

Однією з задач ідентифікації продукту є дослідження його споживчих властивостей і показників, що їх характеризують, для виявлення більш достовірних критеріїв ідентифікації.

Встановлення ідентифікації, а надалі і фальсифікації напою було б спрощено при використанні «маркерної» речовини, що входить до складу доданого до напою соку. Речовини, що характеризують склад певного виду соку, дуже сильно коливаються у кількісному відношенні в залежності від багатьох факторів: походження, сорту, умов вирощування, ступеню стиглості плодів та ін. Сучасний підхід до встановлення фальсифікату вимагає: наявності складного обладнання (хроматографи, спектрофотометри) та прогресивних методів аналізу. У 1988 р. французькою компанією Eurofins був розроблений принципово новий метод встановлення автентичності соку шляхом визначення походження цукрів та ароматичних речовин. Цей метод базується на використанні ізотопного аналізу, у тому числі SNIF-NMR, використанні високоефективної рідинної хроматографії чи ферментативного методу для визначення виду цукрів. Поєднання ізотопного вивчення складу з визначенням слідів елементів, які є специфічними для соку конкретного походження, забезпечить у подальшому вдосконалення ідентифікації соків [8,9].

При встановленні ідентифікації і фальсифікації соковмісних напоїв перспективним є застосування методу визначення проліну. За його вмістом можна судити про наявність у зразку натурального соку, звичайно, якщо цей сік містить пролін у істотній кількості (цитрусові, виноградний сік). Так, 130 мг/л проліну може свідчити про наявність 10 % натурального апельсинового соку у напої, а відсутність проліну свідчить про синтетичну основу при виготовленні напою.

Органолептичну оцінку якості обраних зразків безалкогольних напоїв в даній роботі здійснювали за 25-бальною шкалою, за такими показниками: зовнішній вигляд, чистота пляшки, правильність наклеювання етикетки, наявність розривів та деформації; прозорість; аромат та смак; колір; насиченість діоксидом вуглецю; повнота наливу пляшки.

Зразки № 1 і № 2 мають характерний помаранчевий колір, легкий та добрий смак і аромат апельсину. Після наливу напою до дегустаційного стакану, виділення діоксиду вуглецю було великим, але не тривалим. При дегустації зразку № 2 відчувається слабко виражений аромат апельсину і слабке поколювання язика. Зразок № 3 із соком лимону має брудно-білий колір, смак і аромат терпкої цедри лимону. В момент наливу напою до дегустаційного стакану, спостерігається легке піноутворення, а після, велике хоча і не тривале виділення діоксиду вуглецю. Зразок № 4 із соком яблука має злегка жовтий медовий колір, який характерний для яблучних сиропів, добрий смак та сильно виражений аромат яблука, виділення діоксиду вуглецю не тривале. Зразок № 5 зі смаком апельсину має характерний насичений помаранчевий колір, добре виражений аромат та смак апельсину з легким кислуватим присмаком. Даному напою, після наливу до дегустаційного стакану, притаманне тривале і велике виділення діоксиду вуглецю. Під час дегустації відчувається легке поколювання язика. Результати органолептичного аналізу показників у балах наведені у табл. 2.

Таблиця 2

Органолептична оцінка якості газованих безалкогольних напоїв

Найменування показника*	Дані зразка				
	1	2	3	4	5
Зовнішній вигляд, прозорість, колір, бали	Непрозора рідина помаранчевого кольору – 5 балів	Непрозора рідина помаранчевого кольору – 7 балів	Непрозора рідина брудно-білого кольору – 5 балів	Прозора рідина медового кольору – 7 балів	Непрозора рідина помаранчевого кольору – 7 балів
Аромат і смак, бали	Легкий смак і аромат апельсину – 6 балів	Добрий смак і сильно виражений аромат апельсину – 10 балів	Смак і аромат тертої цедри лимону – 6 балів	Добрий смак і виражений аромат яблука – 12 балів	Добре виражений аромат, та смак з кислим присмаком – 8 балів
Насиченість діоксидом вуглецю, бали	Не тривале виділення CO ₂ – 4 бали	Не тривале виділення CO ₂ , слабке поколювання на язичці – 5 балів	Не тривале виділення CO ₂ , піноутворення – 5 балів	Не тривале виділення CO ₂ – 4 бали	Тривале виділення CO ₂ , легке поколювання на язичці – 6 балів
Загальний бал	15 балів – задовільно	22 бали – добре	16 балів – задовільно	23 бали – відмінно	21 бал – добре

Примітка: * За ДСТУ 4069:2016 допускають наявність осаду та часток, характерних для використаної сировини, без сторонніх включень, невластивих продукту. Колір, аромат і смак обумовлені особливостями використаної сировини.

Таким чином, керуючись загальними результатами органолептичного аналізу п'яти обраних зразків газованих безалкогольних напоїв було встановлено, що лідером серед обраних зразків за органолептичним аналізом є напій торгової марки «Живчик», який отримав оцінку відмінно.

Однак, зовнішній вигляд та смак, як критерій ідентифікації, не мають достатнього ступеня надійності, оскільки фальсифікація безалкогольних напоїв здійснюється підркою зовнішніх ознак.

Фізико-хімічні показники газованих безалкогольних напоїв характеризують харчову цінність того чи іншого безалкогольного напою, компонентний вміст та дотримання рецептури виробництва. До фізико-хімічних показників газованих безалкогольних напоїв відносяться: масова частка сухих речовин; загальна кислотність; масова частка двоокису вуглецю; об'ємна частка спирту; масова доля вітаміну С. За фізико-хімічними показниками газовані безалкогольні напої повинні відповідати вимогам державного стандарту України – ДСТУ 4069:2016 «Напої безалкогольні. Загальні технічні умови» [7]. Але і фізико-хімічні показники не завжди підходять для ідентифікації, оскільки кислотність і масова частка сухих речовин можуть бути врегульовані до необхідних показників не за рахунок внесення соку, а синтетичними харчовими добавками.

У роботі визначали масову частку сухих речовин, загальну кислотність та кількість вітаміну С. Результати досліджень наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники газованих безалкогольних напоїв

Найменування показника	Вимоги стандарту	Дані зразка				
		1	2	3	4	5
Масова доля сухих речовин, %	Від 0 до 20,0 включно Допустиме відхилення ± 0,2	9,3	10,6	10,0	12,6	10,6
Вміст вуглеводів, г	-	8,6	11,6	9,1	10	11,1
Загальна кислотність, см ³ /100 мл	Від 1,0 до 15,0 Допустиме відхилення ± 0,3	3,4	5,3	7,4	3,9	4,2
Кількість вітаміну С, мг/100 мл	-	1,584	1,672	3,520	5,280	3,080

В результаті визначення масової частки розчинених сухих речовин рефрактометричним методом в п'яти обраних зразках газованих безалкогольних напоїв встановлено, що найбільшу масову частку сухих речовин має зразок «Живчик» з соком яблука (12,6 %), що можна пояснити більшою часткою яблучного соку у напої. Найменшу масову частку сухих речовин визначено у зразку «Смак апельсина» ТМ «Біола» (9,3 %).

Визначення загальної кислотності обраних зразків напоїв показало, що найбільшу загальну кислотність має зразок № 3 Біттер Лемон торгової марки «Schweppes», оскільки до його складу введено у більшій кількості лимонну і аскорбінову кислоти. Кислотність зразків «Fanta» і «Mirinda» із соком апельсину і «Живчик» із соком яблука у 1,5 – 1,8 разів менше. Найменший показник загальної кислотності має напій торгової марки «Biola» з яблучним соком та ароматом апельсину, у 2,2 рази менше порівняно зі зразком № 3.

В даному дослідженні було проведено визначення вмісту вітаміну С у звільнених від двоокису вуглецю зразках газованих безалкогольних напоїв за йодометричним і індофенольним методами. Тільки на етикетці напою «Fanta» виробником вказано конкретний вміст вітаміну С – 7,5 мг/100 мл, що складає 10 % від добової потреби споживача, інші виробники зазначають про наявність аскорбінової кислоти. Результати, наведені в табл.3 свідчать, що найбільшу кількість вітаміну С має напій торгової марки «Живчик», середні показники одержані для напоїв «Schweppes» і «Mirinda», напої «Biola» і «Fanta» містять найменшу кількість аскорбінової кислоти. Слід зауважити, що виробники безалкогольних напоїв № 1, 4 і 5 використовують у якості консерванту бензоат натрію, напій «Schweppes» містить сорбат калію, а напій «Fanta» випускається без консерванту. Останні дослідження показали негативний вплив бензоату натрію при одночасній присутності у харчовому продукті з аскорбіновою кислотою. Дослідниками встановлено, що бензоат натрію при наявності в складі напою аскорбінової кислоти може посилювати дисфункцію яєчок [10].

Також було проведено експрес визначення природи барвників в напоях після звільнення їх від двоокису вуглецю, яке свідчить про наявність у зразках синтетичних барвників, оскільки введення лужного розчину при термічній обробці не привело до зміни забарвлення напоїв.

Висновки

1. Маркування досліджуваних зразків виконано державною мовою з наявністю обов'язкової інформації, із зазначенням складу напою, інформацією про виробника, терміном придатності. У напої зі смаком апельсина ТМ «Mirinda» використано синтетичний барвник Е 110 Жовтий «сонячний захід» FCF, тому зазначено застереження щодо вживання напою дітьми.

2. Значення ідентифікаційних показників, а саме масова доля сухих речовин, загальна кислотність, всіх досліджуваних зразків відповідають вимогам стандарту ДСТУ 4069:2016.

3. Ідентифікація безалкогольних напоїв повинна носити характер комплексної оцінки, за якої найбільше значення мають типові критерії, які важко фальсифікувати. У діючих стандартах, технічних умовах такі критерії відсутні, тому постає необхідність розробити спеціальні критерії ідентифікації і внести відповідні доповнення до стандартів.

Список використаної літератури

1. Пашкова, Е.Ю. Идентификация и обнаружение фальсификации продовольственных товаров: учебное пособие. Е.Ю. Пашкова, Е.В. Дулова. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2015. – 103 с.
2. Товарознавство. Продовольчі товари: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів освіти 1 та 2 рівнів акредитації / О.Г. Бровко, О.В. Булгакова, Г.С. Гордієнко, В.В. Дятлов, А.А. Квасников, А.П. Козлов, О.В. Кудінова, Н.Т. Лазарева, Г.О. Ліхоніна, Л.П. Ляховченко, В.Д. Малигіна, І.І. Медведкова, Л.В. Молоканова, Л.В. Породіна, В.П. Ракова, О.А. Ракша-Слюсарєва, Е.О. Темнохуд. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2008. – 619 с.
3. Герасимова В.А., Білокурова Е.С., Витовтов А.А. Товарознавство і експертиза смакових товарів. – СПб.: Пітер, 2005. – 416 с.
4. Технологія безалкогольних напоїв. Характеристика і асортимент: [Електронний ресурс] / Пишевик – інформаційний портал, 2016. URL: <http://mppnik.ru/publ/1084-tehnologiya-bezalkogolnyh-napitkov-harakteristika-i-assortiment.html>
5. Пономарьов П.Х., Сирохман І.В. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини. – К.: Либра, 1999. – 271 с.
6. Николаева М.А. Идентификация и обнаружение фальсификации продовольственных товаров: учебное пособие. / М.А. Николаева, М.А. Положишникова. – М.: ИД ФОРУМ, ИНФРА-М, 2009. – 464 с.
7. Напої безалкогольні. Загальні технічні умови: ДСТУ ISO 4069:2016. – [Чинний від 2016-06-01]. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 32 с. – (Національні стандарти України)
8. Пригутьська Н.В. Ідентифікація продовольчих товарів: теорія і практика [Текст]: Монографія – К.: ХНТЕУ, 2007. – 192 с.
9. Храмов В.А. Содержание пролина в соках и фруктовых напитках. // Хранение и переработка сельхозсырья. – № 7. – 1998. – с. 52 – 53.
10. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5871628/>

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 621.865.8

Х. АРАФФА, М.М. ТКАЧ

Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»**АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД
ФОРМИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ
АНТРОПОМОРФНОГО ШАГАЮЩЕГО АППАРАТА**

Формирование расчетной (опорной) траектории движения является важной и сложной проблемой, стоящей перед исследователями и разработчиками методов управления движением, АША. Целью планирования траектории движения является формирование опорного движения для систем управления движением; при этом цель управления – дать возможность двуногой системе (роботу) следовать заданной траектории во время движения (идти прямо, преодолевать препятствия, поднимать / опускать ноги).

Планирование заключается в генерировании временной последовательности значений, получаемых с помощью интерполирующей функции требуемой траектории. Подобно тому, что происходит, когда человек ходит, формирование траектории двуногого робота также подразумевает возможность улучшения посредством изучения, минимизации диссоциированной (неэффективно используемой) энергии, нахождения оптимальной траектории. Обычно это достигается путем указания ряда параметров, которые описывают желаемую траекторию.

В данной работе описываются методы генерирования траектории движения (АША). Другими словами, движение конечного эффектора в рабочем пространстве описывается интерполирующей функцией.

Основываясь на изучении литературы, среди этих методов можно обсудить следующее:

1. Аналитические методы
2. Методы, базирующиеся на центре тяжести
3. Методы, базирующиеся на данных измерения параметров ходьбы человека
4. Методы, базирующиеся на устойчивости
5. Методы, базирующиеся на оптимальности
6. Методы, базирующиеся на вычислительном интеллекте

Далее в этой статье аналитические методы рассматриваются более подробно и обсуждаются три момента:

1. Модель на базе ограничений
2. Траектория осцилляционного движения
3. Модель на базе интерполяции

Ключевые слова: двуногий робот, антропоморфные роботы, планирование траектории, методы генерирования траектории.

Х. АРАФФА, М.М. ТКАЧ

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**АНАЛІТИЧНИЙ МЕТОД ФОРМУВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ
АНТРОПОМОРФНОГО КРОКУЮЧОГО АПАРАТУ**

Формування розрахункової (опорної) траєкторії руху є важливою і складною проблемою, що стоїть перед дослідниками і розробниками методів управління рухом, АКА. Метою планування траєкторії руху є формування опорного руху для систем управління рухом; при цьому мета управління - дати можливість двоногій системі (роботу) слідувати заданій траєкторії під час руху (йти прямо, долати перешкоди, піднімати / опускати ноги).

Планування полягає в генеруванні часової послідовності значень, отриманих за допомогою інтерполюючої функції необхідної траєкторії. Подібно до того, що відбувається, коли людина ходить, формування траєкторії двоногого робота також має на увазі можливість поліпшення за допомогою вивчення, мінімізації дисоційованої (неефективно використовуваної) енергії, знаходження оптимальної траєкторії. Зазвичай це досягається шляхом вказівки ряду параметрів, які описують бажану траєкторію.

В даній роботі описуються методи генерування траєкторії руху (АКА). Іншими словами, рух кінцевого ефектора в робочому просторі описується інтерполюючою функцією.

Грунтуючись на вивченні літератури, серед цих методів можна обговорити наступне:

1. Аналітичні методи
2. Методи, що базуються на центрі тяжіння
3. Методи, що базуються на даних вимірювання параметрів ходьби людини
4. Методи, що базуються на стійкості
5. Методи, що базуються на оптимальності
6. Методи, що базуються на обчислювальному інтелекті

Далі в цій статті аналітичні методи розглядаються більш докладно і обговорюються три моменти:

1. Модель на базі обмежень
2. Траєкторія осциляційного руху
3. Модель на базі інтерполяції

Ключові слова: двоногий робот, антропоморфні роботи, планування траєкторії, методи генерування траєкторії.

H. ARAFFA, M. TKACH

National Technical University of Ukraine
«Kyiv Polytechnic Institute named Igor Sikorsky»

ANALYTICAL METHOD OF FORMATION OF A TRAJECTORY OF MOTION OF ANTHROPOMORPHIC WALKING APPARATUS

The planning trajectory of biped robot (generate joints references) or called generating motion trajectory is an important and complex problem facing researchers and developers of motion control methods, especially when we dealing with walking robot, where the stability during walking in very important.

The main purpose of planning the trajectory is to generate a reference motion for robot control systems, at the same time, the goal of control is to enable the bipedal system (biped robot) to follow a predefined trajectory during walking (go straight, overcome obstacles, raise / lower legs).

Similar to what happens when a person walks, the formation of the trajectory of a biped robot also implies the possibility of improvement through study, minimization of dissociated (inefficiently used) energy, finding the optimal trajectory. This is usually achieved by specifying a series of parameters that describe the desired trajectory.

In planning trajectory, a time sequence of values obtained by means of an interpolation function of the target trajectory.

In this paper, we describe a different method that used for generating a trajectory of biped robot. In other words, the motion of the end effector in the working space is described by an interpolating function.

Based on the study of literature, among these methods one can discussed as following:

1. Analytical methods
2. Methods based on the center of gravity (CoG)
3. Methods based on the measurement of walking parameters of a human
4. Methods based on Stability
5. Methods based on optimality
6. Methods based on computational intelligence

Further in this paper, analytical methods are considered in more detail and discussed three point:

1. Constraint based model
2. Oscillation motion trajectory
3. Interpolation based model

Keywords: Biped Robot, Generation trajectory, Planning Trajectory, method of planning trajectory.

Постановка проблемы

Формирование расчетной (опорной) траектории движения является важной и сложной проблемой, стоящей перед исследователями и разработчиками методов управления движением, АША. Целью планирования траектории движения является формирование опорного движения для систем управления движением; при этом цель управления – дать возможность двуногой системе (роботу) следовать заданной траектории во время движения (идти прямо, преодолевать препятствия, поднимать / опускать ноги).

Аналогично тому, что происходит при ходьбе человека, формирование траектории двуногого работа также подразумевает возможность совершенствования путем учебы, минимизации

диссоциированной (неэффективно использованной) энергии, нахождения оптимальной траектории. Обычно этого достигают, задавая ряд параметров, которые описывают требуемую траекторию.

Анализ последних исследований и публикаций

Обычно для генерирования расчетной траектории движения требуются систематические методы. На основании изучения литературы, среди этих методов можно выделить следующие:

1. Аналитические методы
2. Методы, базирующиеся на центре тяжести
3. Методы, базирующиеся на данных измерения параметров ходьбы человека
4. Методы, базирующиеся на устойчивости
5. Методы, базирующиеся на оптимальности
6. Методы, базирующиеся на вычислительном интеллекте

Далее в этой статье аналитические методы рассматриваются более подробно.

Формулирование цели исследования

Аналитический метод формирования траектории движения

Модель на базе ограничений

Хурмузлу установил ряд кинематических связей в форме функций ограничения на базе физических характеристик ходьбы человека (вертикальная поза, скорость ходьбы, траектория конечности с маховым движением во время фазы с опорой на одну ногу, смещение опорного (стойчного) колена, координация движения конечностей и разработал методический подход с помощью параметрических формулировок, которые связывают уравнения ограничения с требуемыми профилями шарнирных углов (углов в сочленении) для двуногого профиля. Функции ограничения Хурмузлу автоматически генерируют «повторяемую» походку [1].

Траектория осцилляционного движения

Формирование синусоидального движения

Голлидей и Хемами генерировали расчетную траекторию движения в виде периодического режима (генератор незатухающих колебаний – однозвенный маятник), в котором параметры осциллятора выводятся из параметров тела человека для линеализованной динамической модели, а управление осуществляется устройством управления с обратной связью по состоянию [1]. Курематсу и др. использовали циклоидальный профиль для формирования траектории шарниров бедра и лодыжки ноги с маховым движением. Траектория описывается простой периодической синусоидальной функцией, которая показывает аналог траектории бедра и лодыжки человека при обычной ходьбе. Юанг и др. также использовали этот метод для генерирования предопределенных траекторий движения в архитектуре управления многоярусной нейронной сетью [2].

Генератор последовательности связанных осцилляторов

Связанные генераторы были впервые использованы Бэйем и др. [3], а позднее Зелинской [4]. Впоследствии Джаликс и др. разработали пять связанных генераторов (каждый из которых моделировался на основе осциллятора Ван дер Поля), аналогичных осцилляторам, которые присутствуют у людей и лошадей. Основу упомянутых осцилляторов составлял независимый головной осциллятор, заданный для туловища, с которым другие осцилляторы, заданные для верхних и нижних частей ног, были сопряжены для генерирования расчетной траектории шарнирного угла 5-звенного планарного двуногого робота. Цель исследования Джалика состояла в том, чтобы скомбинировать скелетную и мускульную модели с генератором последовательности связанных осцилляторов и контроллером для достижения адаптируемого ритмичного движения [5]. Бенбрахим и др. разработали центральный генератор упорядоченной активности, который использует алгоритм нейронной церебральной модели артикуляционного контроллера (СМАС) для генерирования требуемой расчетной траектории движения для 7-звенного двуногого робота с 6 шарнирами (сочленениями). Для церебральной модели артикуляционного контроллера задаются такие параметры, как время, длина шага и продолжительность ходьбы [6].

Курематсу и др. генерировали траекторию движения двуногого робота, используя генератор упорядоченной активности на базе нейронного осциллятора, который состоит из 4 нейронов, совместно соединенных с ингибиторными связями, и который производит стационарную периодическую осцилляцию для определенного набора параметров. Эта периодическая осцилляция генерирует траекторию для стационарной ходьбы, задавая переменные состояния нейронов шарнирным углам робота [7].

Изложение основного материала исследования

Модель на базе интерполяций

Планирование траектории движения с помощью интерполяции широко применялось для формирования расчетной траектории движения двуногих роботов. На раннем этапе его очень часто использовали, например, в т.н. анимации ключевых кадров, которая является синтезом последовательности изображений, демонстрирующей непрерывную интерполяцию движения между

набором ключевых кадров, указанных параметрами в нескольких временных точках; затем определяется траектория в промежуточные моменты времени. Эти промежуточные траектории генерируются или путем интерполяции каждого из параметров движения независимо, или путем минимизации затрат энергии [8]. Вначале метод полиномиальной (многочленной) интерполяции применялся для простой конфигурации двуногого робота и планарного горизонтального движения. Однако, при наличии различных ограничений в виде сложных условий для ходьбы (наклонная поверхность, сильно пересеченная местность, наличие препятствий на пути и пр.), при использовании различных типов движений (бег, повороты и т.д.), порядок многочлена становится очень высоким, что осложняет произведение расчетов.

Сильва и др. характеризовали расчетную траекторию движения исключительно с помощью пяти переменных движения: длины шага, высоты бедра, максимальных колебаний бедра, максимального клиренса ноги и длины звеньев [9]. Были определены кинематические характеристики и эффективность работы системы во время ходьбы. После этого определялись соотношения между переменными движения и физически допустимые траектории; расчетная траектория движения формировалась путем назначения траекторий в декартовом пространстве для тела и нижних точек ноги. Предполагалось, что траектория бедра остается на фиксированной высоте и имеет постоянную скорость движения вперед; при этом опорная (стоечная) нога саморегулируется соответствующим образом. В результате уравнение для верхнего края ноги с маховым движением вдоль оси движения рассчитывается путем суммирования линейной функции и синусоидальной функции. С помощью алгоритма обратной кинематики соответствующие траектории шарниров (сочленений) генерируются из этих траекторий бедра и ступней.

Ших генерировал расчетные траектории движения туловища и ног двуногого робота как кусочно-заданные кубические многочлены для ходьбы по ровной поверхности, наклонной поверхности и ступеням лестницы для двуногого робота с варьируемой длиной ног [2]. Кроме того, Ших разработал расчетные траектории движения для двуногого робота с варьируемой длиной ног, имеющего 7 степеней подвижности, при ходьбе вверх и вниз по ступеням лестницы [10]. Многочлены третьего порядка были выбраны как имеющие минимальный уровень сложности для того, чтобы можно было свободно задавать положения и скорости на обоих концах временного интервала.

Хуанг сначала сформулировал ограничения всей траектории ноги, которые включают характер поверхности, ограничения в отношении динамической устойчивости, взаимоотношения между характером ходьбы и спецификациями привода, а затем генерировал расчетную траекторию движения, используя сплайновую интерполяцию третьего порядка [127, 128]. В [11] траектория бедра генерируется с помощью периодической сплайн-функции третьего порядка для обеспечения высокой степени устойчивости. Позже в [12] траектория бедра формировалась сплайновой интерполяцией третьего порядка, а затем проверялась с использованием итерационных вычислений для того, чтобы добиться плавного движения бедра с самым большим запасом устойчивости с задействованием двух параметров. Хуанг также представил работу, в которой генерировал расчетную траекторию движения, требующего небольшого крутящего момента и небольшой скорости приводов шарниров (сочленений).

Танг и др. представили методы планирования траектории для ходьбы и «пробития штрафных ударов» (penalty kicking) как в декартовом пространстве, так и в рабочем пространстве шарниров. Траектория генерируется сначала формированием траектории бедра и лодыжки как сплайн-функции третьего порядка в декартовом пространстве, а затем профили шарнирных углов определяются с помощью обратной кинематики. Генерируемая траектория имеет деривативную (вторичную) непрерывность первого порядка, которая гарантирует равномерность скорости шарнира, и деривативную непрерывность второго порядка, которая обеспечивает равномерность ускорения или вращающегося момента шарнира (сочленения) [13].

Ли генерировал расчетную траекторию движения для 5-звенного двуногого робота, сначала деля движение на фазу с опорой на одну ногу и фазу с опорой на две ноги, а также деля посылку о том, что туловище всегда должно находиться в вертикальном положении, а затем получая траектории движения шарнирного угла с помощью полиномиальной интерполяции. Коэффициенты многочленов получают путем минимизации квадратичной ошибки шарнирного угла [103]. Танг и др. предложили методы планирования траектории движения для ходьбы и «пробития штрафных ударов» как в декартовом пространстве, так и в рабочем пространстве шарниров. Траектория движения в рабочем пространстве шарниров непосредственно генерируется с применением метода сплайновой интерполяции третьего порядка к шарнирным углам [119, 129].

Выводы

В данной работе представлена математическая модель АША как массовой механической системы. Структурно рассматриваемый аппарат представляется как система шарнирно связанных твердых тел с 18 степенями свободы: 6 степеней свободы, соответствующих движению АША в трехмерном пространстве как свободной механической системы и по 6 степеней свободы, соответствующих относительным движениям звеньев в шарнирах каждой из двух конечностей.

Уравнения (5.1) с учетом конкретизации входящих в них слагаемых и параметров представляют собой систему нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка. Эти уравнения принимают во внимание действующие на звенья АША силы и моменты: инерционные, центробежные, кориолисовы, гравитационные. При заданных в явном виде обобщенных силах интегрированием данной системы уравнений можно получить действительный закон движения АША. Следует, однако, отметить, что с вычислительной точки зрения уравнения движения в форме Лагранжа-Эйлера чрезвычайно неэффективны. Так, в [4] показано, что общая вычислительная трудоемкость численного интегрирования системы уравнений движения в форме Лагранжа-Эйлера возрастает пропорционально вследствие весьма большого количества «холостых» операций, введенных ради придания структуре уравнений большей алгебраической выразительности. Поэтому основной сферой применения рассмотренных уравнений является не прямое их интегрирование, а оценка величин коэффициентов динамического влияния, что является ценной возможностью при разработке и анализе системы управления АША.

Список использованной литературы

1. Y. Hurmuzlu, "Dynamics of bipedal gait-Part 1: objective functions and the contact event of a planar five-link biped," J. Appl. Mech., 1993.
2. B. Yuksel, "Towards the enhancement of biped locomotion and control techniques," Univ. Técnica Medio Oriente, no. August, p. 307, 2008.
3. J. S. Bay and H. Hemami, "Modeling of a neural pattern generator with coupled nonlinear oscillators," IEEE Trans. Biomed. Eng., 1987.
4. T. Zielińska, "Coupled oscillators utilised as gait rhythm generators of a two-legged walking machine," Biol. Cybern., 1996.
5. L. Jalics, H. Hemami, and Y. F. Zheng, "Pattern generation using coupled oscillators for robotic and biorobotic adaptive periodic movement," Proc. Int. Conf. Robot. Autom., 1997.
6. H. Benbrahim and J. a Franklin, "Autonomous Systems Biped dynamic walking using reinforcement learning," Rob. Auton. Syst., 1997.
7. Y. Kurematsu, T. Maeda, and S. Kitamura, "Autonomous trajectory generation of a biped locomotive robot using neuro oscillator," in IEEE International Conference on Neural Networks - Conference Proceedings, 1993.
8. L. S. Brotman and A. N. Netravali, "Motion interpolation by optimal control," ACM SIGGRAPH Comput. Graph., 1988.
9. F. M. Silva and J. A. T. Machado, "Kinematic Aspects of Robotic Biped Locomotion Systems," Proc. 1997 IEEE/RSJ Int. Conf. Intell. Robot. Syst., 1997.
10. C. L. Shih, "Ascending and descending stairs for a biped robot," IEEE Trans. Syst. Man, Cybern. Part A Systems Humans., 1999.
11. Q. Huang et al., "A high stability, smooth walking pattern for a biped robot," Icara, 1999.
12. Q. Huang et al., "Planning Walking Patterns for a Biped Robot," IEEE Trans. Robot. Autom., 2001.
13. W. Li, G. Zheng, B. Nie, H. Zhao, and M. Huang, "Gait Planning for Soccer-Playing Humanoid Robots," Lect. Notes Electr. Eng., 2011.

УДК 004.891.3

М.О. ЄПІК

Донецький національний університет імені Василя Стуса

ПРОЕКТУВАННЯ БАЗИ ДАНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ЗАХВОРЮВАНЬ

У роботі розглянута проблема проектування адаптивної бази даних (БД) інтелектуальної системи діагностики захворювань (ІСДЗ), яка містить фактичні дані (факти) системи: вхідні дані і стан задачі, що розв'язується. Знання представлені у вигляді фактів, що описують об'єкти предметної області і відношення між ними. БД системи містить множини даних, які необхідні для розв'язання конкретних завдань користувачів системи, враховує їх інформаційні потреби; має структуровані і пов'язані між собою інформаційні елементи (дані), які не залежать від особливостей програм управління БД; представляє дані у формі, яка придатна для їх використання із застосуванням систем управління базами даних (СУБД). Крім того, БД має оперативний доступ до інформації, яка доступна для використання; можливість змінювати склад та форму даних, що цікавлять користувача; засоби, що забезпечують захист даних БД від несанкціонованого доступу, видалення і зміни; можливість оновлення і мінімізації даних. Предметна область системи структурована на основі ієрархії частина/ціле. Даний тип структуризації передбачає зв'язок об'єктів нижнього рівня з об'єктами верхнього рівня відношенням *part_of* (є частиною). Обробка даної ієрархічної структури виконується механізмом виведення системи за схемою логічного AND. Інтелектуальна система передбачає розмежування прав доступу для різних категорій користувачів (лікарі-терапевти, медики-експерти і інженери-когнітологи, непрофесійні користувачі). В ІСДЗ використовується реляційний тип БД. Аналіз і обробка даних з БД проводиться шляхом побудови нечіткого логічного виведення на основі бази знань. Для забезпечення достовірності і актуальності інформації, яка може впливати на прийняття рішень, враховуються всі дані з БД і будується логічне виведення на підставі існуючої БЗ. БД складається з фрагментів, що відповідають блокам правил бази нечітких правил, а також містять вхідні дані системи – інформацію про пацієнта і перелік первинних скарг. БД містить з 13 фрагментів. Усі фрагменти логічно пов'язані між собою. Кожен з фрагментів БД містить таблиці, зв'язки і обмеження, які описують відповідний блок правил, а також таблиці, що описують проміжні дані розв'язання задачі (факти, що використовуються в умовних частинах і висновках правил). Для мінімізації БД застосований метод бісекції алгоритму на множини простіших (приватних алгоритмів) і встановлення зв'язків між ними. Це дозволяє скоротити час роботи з БД і об'єм оперативної пам'яті. За допомогою проведеного аналізу предметної області і вимог до БД обрана MS SQL в якості СУБД, яка дозволяє забезпечити захист і збереження даних ІСДЗ.

Ключові слова: інтелектуальна медична система, база даних, база знань, механізм нечіткого виведення, реляційна база даних, СУБД, MS SQL.

М.А. ЕПІК

Донецький національний університет імені Василя Стуса

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ИНТЕЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ

В работе рассмотрена проблема проектирования адаптивной базы данных (БД) интеллектуальной системы диагностики заболеваний (ИСДЗ), которая содержит фактические данные (факты) системы: входные данные и состояние решаемой задачи. Знания представлены в виде фактов, описывающих объекты предметной области и отношения между ними. БД системы содержит множество данных, необходимых для решения конкретных задач пользователей системы, учитывает их информационные потребности; имеет структурированные и связанные между собой информационные элементы (данные), не зависящие от особенностей программ управления БД; представляет данные в форме, подходящей для их использования с применением систем управления БД. Кроме того, БД имеет оперативный доступ к информации, которая доступна для использования; возможность изменять состав и форму интересующих пользователя данных; средства, обеспечивающие защиту данных БД от несанкционированного доступа, удаления и изменения; возможность обновления и минимизации данных. Предметная область системы структурирована на основе иерархии часть/целое. Данный тип структуризации предусматривает связь объектов нижнего уровня с объектами верхнего уровня отношением *part_of* (является частью). Обработка данной иерархической структуры осуществляется механизмом вывода системы по схеме логического AND. Интеллектуальная система предусматривает разграничение прав доступа для разных категорий

пользователей (врачи-терапевты, медики-эксперты и инженеры-когнитологи, непрофессиональные пользователи). В ИСДЗ используется реляционный тип БД. Анализ и обработка данных из БД проводится путем построения нечеткого логического вывода на основе базы знаний. Для обеспечения достоверности и актуальности информации, влияющей на принятие решения, учитываются все данные из БД и строится логический вывод на основании существующей базы знаний. БД состоит из фрагментов, соответствующих блокам правил базы нечетких правил, а также содержит входные данные системы – информацию о пациенте и перечень первичных жалоб. База данных содержит 13 фрагментов. Все фрагменты логично связаны между собой. Каждый фрагмент содержит таблицы, связи и ограничения, которые описывают соответствующий блок правил, а также таблицы, описывающие промежуточные данные решения задачи (факты, использующиеся в условных и заключительных частях правил). Для минимизации БД используется метод бисекции алгоритма на множество более простых (частных алгоритмов) и установления связей между ними. Это позволяет сократить время работы с БД и объем оперативной памяти. С помощью проведенного анализа предметной области и требований к БД выбрана MS SQL в качестве СУБД, которая позволяет обеспечить безопасность и сохранение данных ИСДЗ.

Ключевые слова: интеллектуальная медицинская система, база данных, база знаний, механизм нечеткого вывода, реляционная база данных, СУБД, MS SQL.

М.О. ІЕПІК

Vasyl' Stus Donetsk National University

DATABASE DESIGN FOR THE DISEASE DIAGNOSTIC'S INTELLECTUAL SYSTEM

In this work, the problem of adaptive database's design for the disease diagnostics intellectual system (DDIS), which contains facts, presenting input data and a particular task state, was considered. Knowledge as facts presents description of objects in the subject domain and relations between them. DB of the system contained the great number of information, necessary for a decision-making in the tasks formulated by the users; takes into account their informative necessities; to have the structured and connected between itself elements (data), which do not depend on the features of DB's management program; to present information in a form, suitable for their use with the database management system (DBMS). In addition, DB has operative access to information, which available for the usage; possibility to change composition and form of the information, in which the user is interested; the presence of measures and instruments that ensure security of DB from an unauthorized access and manipulations; possibility of update and minimization of data. The system's subject domain is structured on the basis of hierarchy "part/unit". This type of structure provides the connection of objects of lower level with objects of top level by the relation of «part_of». Treatment of this hierarchical structure is carried out through fuzzy inference mechanism of the system on the chart of logical AND. The intellectual system ensures differentiating of access rights for the different categories of users (doctors-internists, physicians-expert and engineers of cognitology, amateurish users). The relational type of DB is used in DDIS. An analysis and processing of data from DB is conducted by the fuzzy inference mechanism on the basis of knowledge base. For providing of authenticity and actuality of information, which influences the decision-making, all information is taken into account from DB and an inference mechanism is built on existing knowledge base. DB consists of fragments, proper to the blocks of fuzzy rules and also contains input data of the system – information about a patient and list of primary symptoms. A database consists of 13 such fragments. All fragments are logically connected between one another. Every fragment contains tables, connections and limitations which describe the proper block of rules, and also tables, describing intermediate decisions of task (facts, used in conditional and final parts of rules). For minimization of DB the bisection method of DB algorithm is used on the great number of more simple (private algorithms) with established connections between them. It allows to shorten DB processing time and amount of RAM used. By the conducted analysis of subject domain and requirements to DB MS SQL is chosen as DBMS which allows to provide safety of DDIS information.

Keywords: intellectual medical system, database, knowledge base, fuzzy inference mechanism, relational database, DBMS, MS SQL

Постановка проблеми

Швидке збільшення складності і об'єму медичних знань, їх постійне оновлення, інтенсифікація лікувального і діагностичного процесів роблять вибір оптимальних лікувально-діагностичних і медико-експертних рішень складнішим для лікаря. Істотну допомогу у вирішенні цієї проблеми можуть надати інтелектуальні системи (ІС) підтримки лікарських рішень. Використання медичних ІС дозволяє отримувати точніші результати при діагностиці захворювань, використовувати значні обсяги накопичених знань, підвищувати кваліфікацію лікарів.

Однією з основних проблем, яка вирішується при розробці медичної інтелектуальної системи, є проблема створення адаптивної бази даних (БД), яка дозволяє оперативно вирішувати складні завдання в умовах неперервного функціонування системи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для обробки великого об'єму даних, що постійно зростає, у медицині використовують бази даних. За останні роки було створено велику кількість медично-діагностичних баз даних. Наведемо приклади новітніх розробок [1]:

- DDB (Diseases Database) – база даних захворювань, яка містить інформацію о захворюваннях, симптомах, ознаках, ліках, дані сучасних досліджень. Вміст орієнтований на внутрішню медицину, спадкові захворювання, клінічну біохімію і фармакологію. DDB була розроблена і підтримується Medical Object Oriented Software Enterprises LTD (Лондон, Велика Британія);
- DSM-5 (Діагностичний і статистичний посібник з психічних розладів) використовується для діагностики і класифікації психічних розладів. DSM- 5 складається з трьох частин: діагностична класифікація, набори діагностичних критеріїв і їх опис. Система розроблена Американською психіатричною асоціацією (Arlington, VA, USA: American Psychiatric Association);
- DXP (DXplain) була створена і підтримується Лабораторією інформатики Департаменту медицини Massachusetts General Hospital. DXplain містить назви захворювань і клінічні результати, включаючи симптоми, ознаки, епідеміологічні дані і лабораторні, ендоскопічні і рентгенологічні дані. DXplain є системою підтримки прийняття рішень, яка надає список потенційних діагнозів з набору клінічних результатів;
- Orphanet – база даних, яка присвячена інформації про рідкі захворювання і препарати для лікування цих хвороб. База даних надає інформацію про будь-яке захворювання, яке зустрічається рідше, ніж 1 з 2000 в популяції, генетичні, аутоімунні, інфекційні, ракові захворювання або захворювання без точного діагнозу. Orphanet фінансується рядом урядових установ Франції і Французькою асоціацією мозкової дистрофії. Керування базою даних здійснює INSERM, Французька рада з охорони здоров'я і досліджень;
- Шведський інформаційний центр з рідких захворювань (The Swedish Information Centre for Rare Diseases) містить інформацію про декілька сотень рідких захворювань. Крім того, база даних включає дані про велику кількість медичної інформації.

Формулювання мети дослідження

База даних інтелектуальної системи діагностики захворювань (ІСДЗ) містить фактичні дані (факти), що представляють вхідні дані, а також стан задачі, що розв'язується. Знання у вигляді фактів представляють опис об'єктів предметної області і відношень між ними [2].

БД системи повинна відповідати наступним вимогам:

- містити множину даних, які необхідні для розв'язання конкретних завдань користувачів системи (реальних і потенційних), або відповідати їх інформаційним потребам;
- мати структуровані і пов'язані між собою інформаційні елементи (дані), які не залежать від особливостей програм управління БД;
- представляти дані у формі, яка придатна для їх використання із застосуванням засобів обчислювальної техніки, включаючи і систем управління базами даних (СУБД).

Крім того, БД повинна володіти наступними властивостями:

- оперативним доступом до інформації;
- доступністю інформації БД для використання;
- можливістю змінювати склад та форму даних, що цікавлять користувача, та саму БД;
- цілісністю даних, яка складається з мінімізації дублювання даних, можливості впорядкування і узгодженості даних, оновлення даних;
- наявністю засобів, що забезпечують запобігання або виключення доступу до інформації осіб, які не отримали дозвіл, та руйнування і зміни даних.

У статті пропонується розгляд проектування бази даних інтелектуальної системи діагностики захворювань, який дозволяє визначити окремі проблеми і етапи розробки бази даних.

Викладення основного матеріалу дослідження

Інтелектуальна система діагностики захворювань складається з наступних модулів [2]: інтерфейсу користувача, бази даних, бази знань, механізму виведення і має структуру, приведену на рис. 1.



Рис. 1. Структура інтелектуальної системи діагностики захворювань

Розробка БД інтелектуальної системи діагностики захворювань проводиться на етапі математичного опису системи. Даний етап орієнтований на наповнення БД алгоритмами, які складають основу діяльності медиків-експертів і інженерів-когнітологів при виявленні знань, в сукупності з базою лінгвістичних змінних, і є основою побудови бази знань системи ІСДЗ [3].

Предметна область системи структурована на основі ієрархії частина/ціле. Даний тип структуризації передбачає зв'язок об'єктів нижнього рівня з об'єктами верхнього рівня відношенням part_of (є частиною). Обробка даної ієрархічної структури виконується механізмом виведення системи за схемою логічного AND [3, 7].

ІСДЗ повинна виконувати функції [2]:

- асистента у зв'язку з необхідністю аналізу лікарем-експертом різних варіантів ухвалення рішень;
- партнера експерта з питань, що відносяться до джерел знань з суміжних областей діяльності;
- консультанта для недосвідчених або непрофесійних користувачів.

Виходячи з цих функцій, інтелектуальна система передбачає розмежування прав доступу для різних категорій користувачів. До першої категорії відносяться лікарі-терапевти, які мають доступ до приватної інформації о пацієнтах, користуються системою для ухвалення рішень стосовно визначення діагнозу пацієнта. Друга категорія – медики-експерти і інженери-когнітологи, які мають можливість редагувати та оновлювати базу знань (БЗ) і БД системи, додаючи нові знання і дані. І третя категорія – непрофесійні користувачі, які використовують систему у режимі консультування і мають обмежений доступ.

База даних системи є реляційною БД [4]. Даний тип БД характеризується: простотою відображення інформації, незалежністю даних і можливістю їх зміни, розвиненим математичним апаратом для роботи з даними, можливістю маніпулювання даними за допомогою мов не процедурного типу. Аналіз і обробка даних з БД проводиться шляхом побудови нечіткого логічного виведення на основі бази знань. Для забезпечення достовірності і актуальності інформації, яка може впливати на прийняття рішень, враховуються всі дані з БД і будується логічне виведення на підставі існуючої БЗ [2].

База нечітких правил ІСДЗ організована у вигляді блоків правил у відповідності до пропедевтичного алгоритму системного обстеження хворого лікарем-терапевтом [5]: первинні скарги пацієнта, загальний огляд пацієнта, система органів дихання, система органів кровообігу, шлунково-кишковий тракт, печінка і жовчний міхур, селезінка і підшлункова залоза, система органів сечовиділення, ендокринна система, нервова система і органи почуттів, а також блок лабораторних і інструментальних методів дослідження і блок постановки діагнозу. Виходячи з цього, БД системи також розділена на фрагменти, які відповідають блокам правил бази нечітких правил, а також містить вхідні дані системи – інформацію про пацієнта і перелік первинних скарг. Схема БД складається з декількох фрагментів. Усі фрагменти логічно пов'язані між собою за рахунок зв'язків між ними. Кожен з фрагментів БД містить таблиці, зв'язки і обмеження, які описують відповідний блок правил.

Фрагмент схеми БД «Інформація про пацієнта» містить дані про життя пацієнта (анамнез): особисті дані (паспортні дані і т. д.), інформацію про захворювання (хронічні і перенесені), інформацію про перенесені операції, наявність групи інвалідності, алергологічний анамнез і непереносимість медичних препаратів, шкідливі звички, спадковість (наявність спадкових захворювань).

Фрагмент схеми БД «Первинні скарги пацієнта» містить дані про основні скарги пацієнта на момент відвідування лікаря. Скарги поділяються на первинні і другорядні.

Фрагмент схеми БД «Загальний огляд пацієнта» містить дані про справжній стан пацієнта: загальний стан, свідомість, положення пацієнта, статура, зріст, маса тіла, постава хода, температура тіла, вираження і особливості обличчя, стан шкіряних покривів, пігментація, висипання на шкірі, судинні зміни, крововиливи, відомі пухлини, тургор і вологість шкіри, тип волосся, наявність випадіння волосся,

стан нігтів (форма і колір), стан видимих слизових оболонок (колір, вологість, патологічні зміни), стан мигдалин (забарвлення, наліт, цілісність, гіпертрофія), стан підшкірно-жирової клітковини (розвиток, відкладення), наявність ожиріння (тип і ступінь), наявність набряків (локалізація, поширення, вираженість, консистенція), стан лімфатичних вузлів (локалізація, величина, хворобливість), стан м'язів (ступінь розвитку, явища, тонус, хворобливість), наявність судом, стан скелету (наявність деформації, тип), стан кісток (хворобливість при обмацуванні), стан суглобів (зміна конфігурації, тип болю, наявність гіперемії або гіпертермії).

Фрагмент схеми БД «Система органів дихання» містить дані про стан відповідної системи пацієнта. Фрагмент описує скарги пацієнта (кашель, мокрота, кровохаркання, біль у грудній клітці, наявність задишки і задухи), підсумки огляду (стан носу, гортані, грудної клітки, дихання), пальпації, перкусії і аускультатії легень.

Фрагмент схеми БД «Система органів кровообігу» містить дані про стан відповідної системи пацієнта. Фрагмент описує скарги пацієнта (біль в області серця, наявність задишки і задухи, серцебиття, набряки), підсумки огляду (огляд шиї і області серця), пальпації, перкусії і аускультатії в області серця, дослідження судин.

Фрагмент схеми БД «Шлунково-кишковий тракт» містить дані про стан шлунково-кишкового тракту пацієнта. Фрагмент описує скарги пацієнта (біль у животі, проблеми з ковтанням і проходженням їжі по стравоходу, диспепсичні явища, апетит, випорожнення і його порушення, кровотечі), підсумки огляду (порожнина рота і живіт), пальпації, перкусії і аускультатії.

Фрагмент схеми БД «Печінка і жовчний міхур» містить дані про стан печінки і жовчного міхура пацієнта. Фрагмент описує скарги пацієнта (болі у правому підребер'ї, диспепсичні явища, жовтяниця, шкірне свербіння), підсумки огляду в області правого підребер'я, пальпації, перкусії і аускультатії.

Фрагмент схеми БД «Селезінка і підшлункова залоза» дані про стан селезінки і підшлункової залози пацієнта. Фрагмент описує скарги пацієнта (болі у лівому підребер'ї, диспепсичні явища), підсумки огляду в області лівого підребер'я, пальпації, перкусії і аускультатії.

Фрагмент схеми БД «Система органів сечовиділення» містить дані про стан відповідної системи пацієнта. Фрагмент описує скарги пацієнта (біль, стан сечі, сечовиділення і сечоутворення, дизуричні розлади, набряки, лихоманка, озноб), підсумки огляду (поперекова область і надлобкова область), пальпації, перкусії.

Фрагмент схеми БД «Ендокринна система» містить дані про стан відповідної системи пацієнта. Фрагмент описує скарги пацієнта і підсумки огляду та пальпації.

Фрагмент схеми БД «Нервова система і органи почуттів» містить дані про стан відповідної системи пацієнта. Фрагмент описує скарги пацієнта (головна біль, запаморочення, стан психіки, настрої, особливості характеру, порушення шкірної чутливості, зір, слух, нюх, смак), підсумки огляду (стан психіки, інтелект, поведінка, мова, дослідження черепно-мозкових нервів і зору, менінгеальні симптоми, судоми, рефлекси, вегетативна нервова система).

Фрагмент схеми БД «Лабораторні і інструментальні дослідження» містить дані, які описують результати лабораторних аналізів пацієнта, їх параметри, граничні значення кожного з параметрів аналізу. Інструментальні дослідження містять: рентгенологічне обстеження (рентгенографія, томографія), комп'ютерну томографію, ендоскопічні методи дослідження (ендоскопія, капіляроскопія), радіоізотопну діагностику (радіометрія, радіографія, сканування і скінтиграфія), ультразвукове дослідження, ехокардіографію, доплерівську ультрасонографію, термографію, магнітно-резонансне зображення, функціональні проби,

Фрагмент «Постановка діагнозу» містить дані, які описують підсумковий клінічний діагноз пацієнта. Клінічний діагноз складається з розгорнутого діагнозу основного захворювання, опису фонового захворювання, діагнозу ускладнень основного захворювання, діагнозів супутніх захворювань. На підставі зіставлення клінічної картини захворювання у даного пацієнта і ознак схожих захворювань робиться висновок про правильність припущення характеру основного захворювання – диференційний діагноз.

Кожен з фрагментів БД також містить таблиці, які описують проміжні дані розв'язання задачі (факти, що використовуються в умовних частинах нечітких правил, а також висновках цих правил).

Для мінімізації БД використовується процедура структурованості або діакоптики [6], яка пропонує метод бісекції алгоритму БД на множину простіших (приватних алгоритмів) і встановлення зв'язків між ними. Крім того це дозволяє скоротити час роботи з БД і об'єм оперативної пам'яті. Призначається множина алгоритмів БД, що складають основу виявлення знань.

Проведений аналіз предметної області і вимог до БД показав, що для роботи з БД необхідно обрати СУБД, яка забезпечить високу безпеку і збереження даних, що є найголовнішою вимогою до систем медичної царини. Саме MS SQL (Microsoft SQL Server) відповідає цим вимогам. Обрана СУБД практично не має обмежень в об'ємі даних і швидкодії системи, має інструменти для аналізу даних і сервер звітів (Служба звітів SQL Сервера), використовує єдину систему зберігання даних, дозволяє

відмінити запити на півдорозі виконання, має аналізатор Microsoft Baseline Security Analyzer (MBSA), який гарантує надійний захист SQL серверу.

Висновки

Таким чином у статті пропонується розв'язання однієї з основних проблем, що виникає при розробці інтелектуальної системи діагностики захворювань – проблеми проектування адаптивної бази даних системи, яка відповідає заданим вимогам, володіє описаними властивостями, містить усі необхідні дані для безперервної і ефективної роботи ІСДЗ.

Список використаної літератури

1. Diseases database: веб-сайт. URL: <http://www.diseasesdatabase.com> (дата звернення 25.05.2019)
2. Єпик М.О. Інтелектуальна система діагностики захворювань. Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference International Trends in Science and Technology. Warsaw: RS Global Sp. z O.O., 2019. Vol.1. С. 3-6.
3. Єпик М.О. Концепція розробки інтелектуальної системи діагностики захворювань. Науково-технічний журнал «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті» 2019. №2 (135), С. 25-30.
4. Yu-Ying Wu, Yen-Liang Chen, Ray-I Chang. Mining negative generalized knowledge from relational databases / Yu-Ying Wu, Yen-Liang Chen, Ray-I Chang. Knowledge-Based Systems. 2011. Vol. 24, Issue 1. P. 134-145.
5. Єпик М. О. Модель представлення експертних знань в інтелектуальній системі діагностики захворювань. International Academy Journal Web of Scholar. 2019. Vol. 1. P. 3-7.
6. Крон Г. Дослідження складних систем по частинах – діакоптика: монографія. Москва: Наука, 1972, 543 с.
7. Каргін А. О. Введення в інтелектуальні машини. Книга 1. Інтелектуальні регулятори: монографія. Донецьк: Норд-Пресс, ДонНУ, 2010, 526 с.

УДК 004.412:519.25

Л.М. МАКАРОВА, Н.В. ПРИХОДЬКО, О.О. КУДІН
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

ПОБУДОВА НЕЛІНІЙНОЇ РЕГРЕСІЙНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ ВЕБ-ДОДАТКІВ, РЕАЛІЗОВАНИХ МОВОЮ JAVA

Розглянуто проблему отримання ефективної системи оцінки кількості строк коду та оцінювання розміру веб-додатків, реалізованих мовою Java. Побудована нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру веб-додатків, реалізованих мовою Java, на основі одновимірного нормалізуючого перетворення Джонсона. Проведено порівняння отриманих результатів з іншими моделями.

Розраховані границі інтервалу передбачення для лінійної моделі, нелінійної моделі на основі десятичного логарифму та нелінійної моделі на основі нормалізуючого перетворення Джонсона. Усі значення нижньої границі інтервалу передбачення для нелінійних моделей більші нуля. Ширина інтервалу передбачення нелінійної регресії на основі нормалізуючого перетворення Джонсона менше, ніж для лінійної регресії, майже для всіх проектів. При порівнянні нелінійних моделей, ширина інтервалу передбачення моделі на основі нормалізуючого перетворення Джонсона менша для великих значень вихідних емпіричних даних.

Також порівняно значення коефіцієнту детермінації R^2 , середньої величини відносної похибки MMRE та рівня прогнозування PRED(0,25) для трьох побудованих регресійних моделей. Значення наведених параметрів краці для нелінійної регресійної моделі на основі нормалізуючого перетворення Джонсона, однак прийнятні значення MMRE та PRED(0,25) (не більше 0,25 та не менше 0,75 відповідно) для нелінійної регресії з використанням одновимірного нормалізуючого перетворення Джонсона не досягнуті, що свідчить про необхідність застосування двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона для урахування взаємного впливу двох випадкових величин.

Ключові слова: розмір програмного забезпечення, нелінійна регресія, нормалізуюче перетворення Джонсона, Java, веб-додаток.

Л.Н. МАКАРОВА, Н.В. ПРИХОДЬКО, О.А. КУДИН
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

ПОСТРОЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ РАЗМЕРА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ, РЕАЛИЗОВАННЫХ НА ЯЗЫКЕ JAVA

Рассмотрена проблема получения эффективной системы оценки количества строк кода и оценивания размера веб-приложений, реализованных на языке Java. Построена нелинейная регрессионная модель для оценивания размера веб-приложений, реализованных на языке Java, на основе одномерного нормализующего преобразования Джонсона. Проведено сравнение полученных результатов с другими моделями.

Рассчитаны границы интервала предсказания для линейной модели, нелинейной модели на основе десятичного логарифма и нелинейной модели на основе нормализующего преобразования Джонсона. Все значения нижней границы интервала предсказания для нелинейных моделей больше нуля. Ширина интервала предсказания нелинейной регрессии на основе нормализующего преобразования Джонсона меньше, чем для линейной регрессии, почти для всех проектов. При сравнении нелинейных моделей, ширина интервала предсказания модели на основе нормализующего преобразования Джонсона меньше для больших значений исходных эмпирических данных.

Также произведено сравнение значений коэффициента детерминации R^2 , средней величины относительной погрешности MMRE и уровня прогнозирования PRED (0,25) для трех построенных регрессионных моделей. Значения приведенных параметров лучше для нелинейной регрессионной модели на основе нормализующего преобразования Джонсона, однако приемлемые значения MMRE и PRED (0,25) (не более 0,25 и не менее 0,75 соответственно) для нелинейной регрессии с использованием одномерного нормализующего преобразования Джонсона не достигнуты, что свидетельствует о необходимости применения двумерного нормализующего преобразования Джонсона для учета взаимного влияния двух случайных величин.

Ключевые слова: размер программного обеспечения, нелинейная регрессия, нормализующее преобразование Джонсона, Java, веб-приложение.

L.M. MAKAROVA, N.V. PRYKHODKO, O.O. KUDIN
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv

CONSTRUCTING THE NON-LINEAR REGRESSION MODEL FOR SIZE ESTIMATION OF WEB-APPLICATIONS IMPLEMENTED IN JAVA

The problem of obtaining an effective system for estimating the number of lines of code and size estimating of web applications implemented in Java was considered. The non-linear regression model for size estimation of Java web-applications were constructed on the basis of the univariate Johnson normalizing transformation. Obtained results were compared with other models.

The bounds of a prediction interval for the linear model, the nonlinear model based on the decimal logarithm, and the nonlinear model based on the Johnson normalizing transformation, was calculated. All values of the lower bound of the prediction interval for nonlinear models are more than zero. The width of a prediction interval of nonlinear regression based on the Johnson normalizing transformation is less than for linear regression for almost all projects. In case comparing nonlinear models, the width of a prediction interval of model based on the Johnson normalizing transformation is less for large values of the initial empirical data.

Comparison of the values of coefficient of determination R^2 , mean magnitude of the relative error MMRE and percentage of prediction PRED (0,25) for the three constructed regression models was performed too. The values of all parameters are better for the non-linear regression model based on the Johnson normalization transformation. However, acceptable values of MMRE and PRED (0,25) (no more than 0,25 and no less than 0,75, respectively) for non-linear regression model with using the univariate Johnson normalizing transformation are not achieved, that indicates the need to use the bivariate Johnson normalizing transformation to consider a mutual impact of two random variables.

Keywords: software size, non-linear regression, Johnson normalizing transformation, Java, web-application.

Постановка проблеми

Галузь інформаційних технологій на сьогоднішній день є однією з найбільш успішних і перспективніших на ринку праці, і розробка програмного забезпечення (ПЗ) на замовлення стає сьогодні вже не просто вдалою ідеєю, а необхідністю. Все більша кількість компаній прагне замовити розробку ПЗ. Це пов'язано з прагненням оптимізувати процеси складання звітності, управління ресурсами і проведення різних операцій. І великі корпорації, і порівняно невеликі, ще молоді компанії, які тільки беруть курс на розширення, замислюються про необхідність автоматизувати як окремі бізнес-процеси, так і роботу в цілому.

Розмір ПЗ являє собою одну з найцікавіших, але у той же час найскладніших, метрик ПЗ, який використовується в різних моделях для прогнозування вартості, зусиль, ресурсів, необхідних для розробки та впровадження ПЗ [1].

Отримання ефективної системи оцінки кількості строк коду в даний час є важливим завданням, що вимагає удосконалення існуючих методів. Адже саме ефективність оцінки розміру ПЗ може стати відправною точкою для успіху або невдачі проекту на ранньому етапі розробки. Саме тому дану проблему можна вважати актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Розмір ПЗ є однією з найвагоміших метрик в управлінні процесом розробки ПЗ. Доведено, що розмір ПЗ корелює з витратами, зусиллями та ресурсами, необхідними на його розробку. В наш час існує досить поширена проблема в галузі інформаційних технологій: не існує єдиного вимірювання, набору метрик та показників для оцінки розмірів ПЗ.

Моделі оцінювання розміру ПЗ поділяються на п'ять категорій: аналогові; регресійні; моделі на основі експертних оцінок; моделі, які базуються на функціональних точках; параметричні моделі [2].

Існують різні методи для оцінки розміру ПЗ, які використовуються сьогодні. Більшість з них походять від методу аналізу функціональних точок (FPA). Інший підхід полягає в тому, щоб провести функціональне вимірювання та виразити функціональність у кількості, що представляє розмір. Інші методи визначення розміру ПЗ включають оцінку на основі варіантів використання (Use Case). Але історично найпоширенішою та найбільш вживаною методологією визначення розміру ПЗ є підрахунок кількості рядків, написаних у вихідному коді програми.

Крім того, всесвітньо відомою є модель СОСОМО – модель регресії, яка заснована на кількості рядків коду (LOC). Ця процедурна модель оцінки витрат для програмних проектів часто використовується для надійного прогнозування різних параметрів, пов'язаних з проектом, таких, як розмір, зусилля, витрати, час та якість, які необхідні для розробки та впровадження ПЗ. Інформацію, отриману у результаті оцінки розміру ПЗ, можна використати для прогнозування зусиль розробки ПЗ за такими моделями, як СОСОМО 81, СОСОМО II та СОСОМО 2000 [3]. Але більшість з них стають непридатними до використання через відсутність даних, ресурсів або експертних навичок в цій галузі.

Згідно з [4], із метрик, отриманих на основі діаграм класів можна побудувати нелінійну регресійну модель для багатовимірних негаусівських даних для оцінки розміру ПЗ, використовуючи нормалізуюче перетворення Джонсона, та отримати непогані результати у порівнянні з іншими регресійними моделями. Суть застосованої методики полягає в наступному. Спочатку потрібно обрати перетворення, за допомогою якого здійснити перехід від вихідних негаусівських випадкових величин (ВВ) до гаусівських ВВ. Після цього для отриманих нормалізованих ВВ побудувати лінійну регресійну модель. Далі за допомогою зворотного перетворення перейти до нелінійної регресійної моделі вихідних негаусівських ВВ [5].

Формулювання мети дослідження

Метою роботи є побудова нелінійної регресійної моделі для оцінювання розміру веб-додатків, реалізованих мовою Java, з використанням нормалізуючого перетворення Джонсона.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити наступні задачі:

- проаналізувати існуючі моделі оцінювання розміру ПЗ, порівняти їх;
- побудувати нелінійну регресійну модель для оцінювання розміру веб-додатків, реалізованих мовою Java;
- дослідити джерела з відкритим вихідним кодом та визначити веб-додатки, реалізовані мовою Java, які можуть бути використані для перевірки побудованої моделі;
- побудувати діаграми класів та отримати необхідні метрики з кожного проекту;
- перевірити вихідні емпіричні дані на викиди;
- нормалізувати отримані емпіричні дані, використовуючи нормалізуюче перетворення Джонсона;
- побудувати лінійну регресійну модель для нормалізованих даних;
- перейти від лінійної регресії до нелінійної та побудувати нелінійну регресійну модель для вихідних даних.

Викладення основного матеріалу дослідження

У роботі [4] для оцінки розміру ПЗ побудовано нелінійну регресійну модель на основі багатовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона. Але побудова багатовимірної моделі на основі декількох метрик достатньо складна та затратна в плані зусиль та часу, необхідних для її реалізації. Вона може стати непридатною до використання через відсутність даних, ресурсів або експертних навичок в цій галузі. Саме тому в якості першого наближення для оцінювання кількості рядків коду веб-додатків, реалізованих мовою Java, буде доцільно побудувати нелінійну регресійну модель на основі двох метрик: кількості рядків коду та загальної кількості класів.

Для нормалізації негаусівських ВВ можуть бути використані перетворення на основі десяткового або натурального логарифму, перетворення Вох-Сох, перетворення Джонсона та інші. У даній роботі в якості нормалізуючого перетворення буде використовуватись одновимірне чотирьохпараметричне перетворення Джонсона тому, що воно дає кращі результати в порівнянні з іншими відомими перетвореннями [5].

При обробці експериментальних даних часто виникає необхідність апроксимувати їх. Апроксимація на основі сімей розподілів Джонсона – це універсальний вид апроксимації, заснований на такому перетворенні $h(x)$ вихідної ВВ X , яке дозволить розглядати результат перетворення як ВВ, розподілену за нормальним законом. Одним з позитивних аспектів даного підходу є те, що значення емпіричної функції розподілу ВВ X обчислюються як значення функції нормального розподілу [6].

Перетворення Джонсона в загальному випадку має вигляд:

$$z = \gamma + \eta h(x, \varphi, \lambda); -\infty < \gamma < \infty; \eta > 0; -\infty < \varphi < \infty; \lambda > 0, \quad (1)$$

де z – нормована нормально розподілена ВВ; $\gamma, \eta, \varphi, \lambda$ – параметри перетворення; x – ВВ, яка нормалізується; h – функція певної сім'ї: $h_1(x, \varphi, \lambda) = \ln(\tilde{x}), x > \varphi$; $h_2(x, \varphi, \lambda) = \ln\left(\frac{\tilde{x}}{1 - \tilde{x}}\right), \varphi < x < \varphi + \lambda$;

$$h_3(x, \varphi, \lambda) = \text{Arsh}(\tilde{x}), -\infty \leq x \leq +\infty.$$

Сім'ї функцій h_1 відповідає логарифмічно нормальний розподіл S_L Джонсона, сім'ї функцій h_2 відповідає сім'я розподілів S_B Джонсона, сім'ї функцій h_3 відповідає сім'я розподілів S_U Джонсона,

$$\tilde{x} = \frac{x - \varphi}{\lambda}.$$

Перетворення (1) має зворотне перетворення:

$$x = \varphi + \lambda h^{-1}(z, \gamma, \eta); -\infty < \gamma < \infty; \eta > 0; -\infty < \varphi < \infty; \lambda > 0, \quad (2)$$

де h^{-1} – функція певної сім'ї: $h_1^{-1}(z, \gamma, \eta) = e^z$; $h_2^{-1}(z, \gamma, \eta) = \frac{1}{1+e^{-z}}$; $h_3^{-1}(z, \gamma, \eta) = \frac{e^z - e^{-z}}{2}$.

Функція h_1^{-1} – для сім'ї S_L Джонсона, функція h_2^{-1} – для сім'ї S_B Джонсона, функція h_3^{-1} – для сім'ї S_U Джонсона, $\zeta = \frac{z-\gamma}{\eta}$.

Конкретна сім'я розподілу Джонсона вибирається виходячи із значень квадрата асиметрії A^2 і ексцесу ε вихідної вибірки [7]:

$$\varepsilon(A^2) = 3,59 \cdot 10^{-6} A^8 - 4,8805 \cdot 10^{-4} A^6 + 4,1655 \cdot 10^{-2} A^4 + 1,8203 A^2 + 2,9658. \quad (3)$$

Значення невідомих параметрів розподілу можна знайти за допомогою методу максимальної правдоподібності [8].

Перевірку відповідності перетворених вибірок нормальному розподілу можна виконати за допомогою критеріїв згоди, наприклад, χ^2 Пірсона або Колмогорова – Смирнова [9].

Для оцінювання розміру веб-додатків, реалізованих мовою Java, однією з основних задач є побудова відповідної математичної моделі, у нашому випадку, це буде регресійна модель [10, 11], яке буде нелінійною [12].

Загальний вигляд лінійної регресійної моделі може бути представлений у вигляді рівняння [13]:

$$z_y = b_1 z_x + b_0 + \varepsilon, \quad (4)$$

де b_1, b_0 – коефіцієнти лінійної регресії, які знаходяться методом найменших квадратів, ε – гаусівська ВВ, що визначає залишки (нев'язки) та визначається як $\varepsilon \sim N(0,1)$.

Для перевірки адекватності лінійного рівняння регресії використаємо коефіцієнт детермінації R^2 [14].

Далі для лінійної регресії будемо інтервал передбачення традиційним способом із застосуванням t -розподілу Стьюдента [5, 15].

Для побудови нелінійної регресійної моделі використаємо вже побудовану лінійну регресійну модель (4) та зворотнє нормалізуюче перетворення Джонсона (2):

$$y = \frac{e^c (\lambda_y + \varphi_y) + \varphi_y}{1 + e^c} + \varepsilon, \quad (5)$$

$$\text{де: } c = \frac{1}{\eta_y} \cdot \left(b_1 \left[\gamma_x + \eta_x \ln \left(\frac{x - \varphi_x}{\lambda_x + \varphi_x - x} \right) \right] + b_0 - \gamma_y \right).$$

Рівень якості побудованого нелінійного рівняння регресії оцінимо за допомогою середньої величини відносної похибки MMRE та рівня прогнозування PRED(0,25) [8].

$(1-\alpha)\%$ інтервал передбачення нелінійної регресії можна побудувати, використовуючи лінійну регресійну модель (4), t -розподіл Стьюдента та зворотнє нормалізуюче перетворення Джонсона (2):

$$y = \frac{e^{k_1} (\lambda_y + \varphi_y) + \varphi_y}{1 + e^{k_1}}, \quad (6)$$

$$\text{де: } k_1 = \frac{1}{\eta_y} \cdot \left(b_1 \cdot z_x + b_0 - \gamma_y \pm t(\alpha/2, n-2) \cdot S_{z_y} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(z_x - \bar{z}_x)^2}{\sum_{i=1}^n (z_{xi} - \bar{z}_x)^2}} \right), \quad z_x = \gamma_x + \eta_x \ln \left(\frac{x - \varphi_x}{\lambda_x + \varphi_x - x} \right).$$

Перевірку даних на викиди виконаємо з використанням еліпсу передбачення згідно з методикою, викладеною у [16, 17]. Точки, які знаходяться за межами еліпсу, вважаються викидами, і ці значення видаляються з набору даних.

Перевірку запропонованої методики здійснимо, використовуючи емпіричні дані 33 веб-додатків, реалізованих мовою Java, з відкритим вихідним кодом. Кожен з веб-додатків було проаналізовано та побудовано до нього діаграму класів і набір метрик, у результаті чого отримано двовимірний набір

даних, де X – загальна кількість класів, Y – число рядків коду веб-додатку в KLOC. Отримані емпіричні дані для вибірок X та Y не відповідають нормальному закону розподілу.

Перевірка емпіричних даних на викиди та побудова еліпсу передбачення виявили три викиди, два з яких були отримані на першій ітерації (див. рис. 1), третій – на другій ітерації, які були видалені з вихідного набору даних.

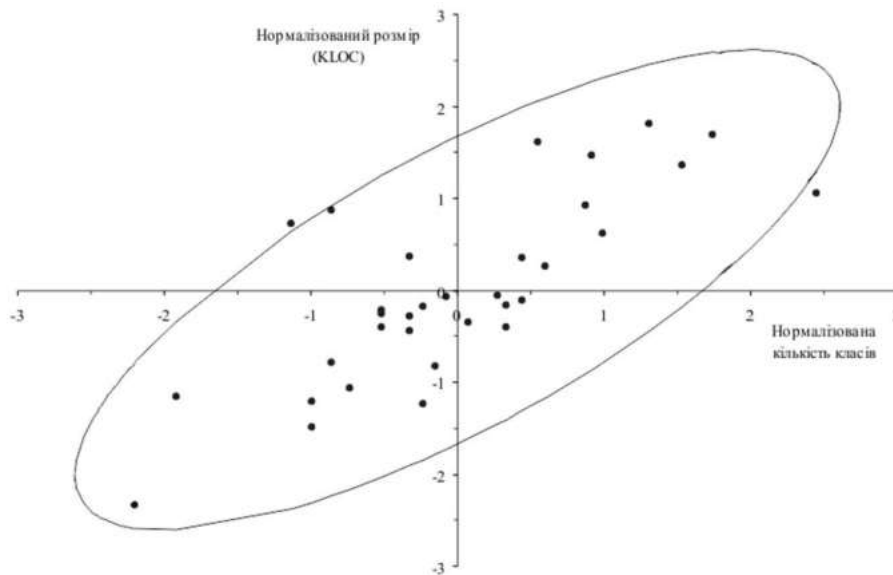


Рис. 1. Еліпс передбачення вихідних емпіричних даних 33 веб-додатків, реалізованих мовою Java

Для нормалізації емпіричних даних виходячи із значень квадрата асиметрії A^2 і ексцесу ε вихідних вибірок ($A_X^2=4,90$, $\varepsilon_X=9,49$, $A_Y^2=3,40$, $\varepsilon_Y=5,90$) була обрана сім'я розподілів Джонсона S_B згідно з (3). Нормалізацію даних для вибірок X та Y проводимо з використанням нормалізуючого перетворення Джонсона (1). Значення невідомих параметрів γ , η , ϕ , λ для перетворення Джонсона знаходимо методом максимальної правдоподібності.

Параметри розподілу вибірки X : $\hat{\gamma}_X = 9,3571$, $\hat{\eta}_X = 1,5013$, $\hat{\phi}_X = 0,4560$, $\hat{\lambda}_X = 10742,70$.

Параметри розподілу вибірки Y : $\hat{\gamma}_Y = 1,5704$, $\hat{\eta}_Y = 0,7006$, $\hat{\phi}_Y = 0,2220$, $\hat{\lambda}_Y = 12,8680$.

Якість нормалізації перевіримо із застосуванням критерію згоди χ^2 Пірсона: $\chi^2_X=1,82 < \chi^2_{кр}=7,81$, $\chi^2_Y=4,45 < \chi^2_{кр}=7,81$. З довірчою ймовірністю 0,95 гіпотеза про відповідність перетворених вибірок Z_X та Z_Y нормальному закону розподілу приймається.

Вихідні та нормалізовані дані 30 веб-додатків, реалізованих мовою Java, наведено у табл. 1.

Побудуємо лінійну регресійну модель для нормалізованих даних згідно з (4), коефіцієнти знайдемо за допомогою методу найменших квадратів: $b_1=0,8773$, $b_0=0,00$, $z_y = 0,8773 \cdot z_x + \varepsilon$. Коефіцієнт детермінації $R^2=0,6147$. Отже, отримане лінійне рівняння регресії можна вважати прийнятним.

Далі будуємо інтервал передбачення лінійної регресії, який разом із самим рівнянням та нормалізованими вихідними даними наведено на рис. 2.

Переходимо до вихідних емпіричних даних. На основі лінійної регресійної моделі та зворотнього нормалізуючого перетворення будуємо нелінійну регресійну модель згідно з (5):

$$y = \frac{13,09 \cdot e^c + 0,222}{1 + e^c} + \varepsilon, \text{ де } c = 9,4756 + 1,88 \cdot \ln\left(\frac{x - 0,456}{10743,16 - x}\right).$$

Таблиця 1

Вихідні та нормалізовані дані 30 веб-додатків, реалізованих мовою Java

№ проекту	X	Y	Z _X	Z _Y	№ проекту	X	Y	Z _X	Z _Y
1	18	1,320	-0,2745	-0,0913	16	15	1,050	-0,5565	-0,3049
2	17	1,020	-0,3628	-0,3325	17	57	6,200	1,4879	1,4709
3	12	0,739	-0,9037	-0,6528	18	103	4,609	2,3880	1,1086
4	38	6,878	0,8704	1,6188	19	20	1,457	-0,1122	-0,0008
5	19	0,716	-0,1912	-0,6859	20	11	0,516	-1,0399	-1,0607
6	49	9,444	1,2577	2,2205	21	26	1,057	0,2906	-0,2986
7	28	2,229	0,4040	0,3875	22	11	0,423	-1,0399	-1,3323
8	5	0,261	-2,3044	-2,4899	23	65	8,470	1,6877	1,9764
9	17	1,177	-0,3628	-0,1975	24	18	0,507	-0,2745	-1,0830
10	22	1,109	0,0344	-0,2533	25	37	3,999	0,8298	0,9551
11	6	0,543	-2,0057	-0,9977	26	28	1,395	0,4040	-0,0406
12	15	1,267	-0,5565	-0,1291	27	13	0,586	-0,7789	-0,9072
13	15	1,210	-0,5565	-0,1718	28	26	1,327	0,2906	-0,0865
14	31	2,034	0,5597	0,3034	29	40	2,930	0,9486	0,6441
15	17	2,263	-0,3628	0,4015	30	25	1,488	0,2305	0,0185

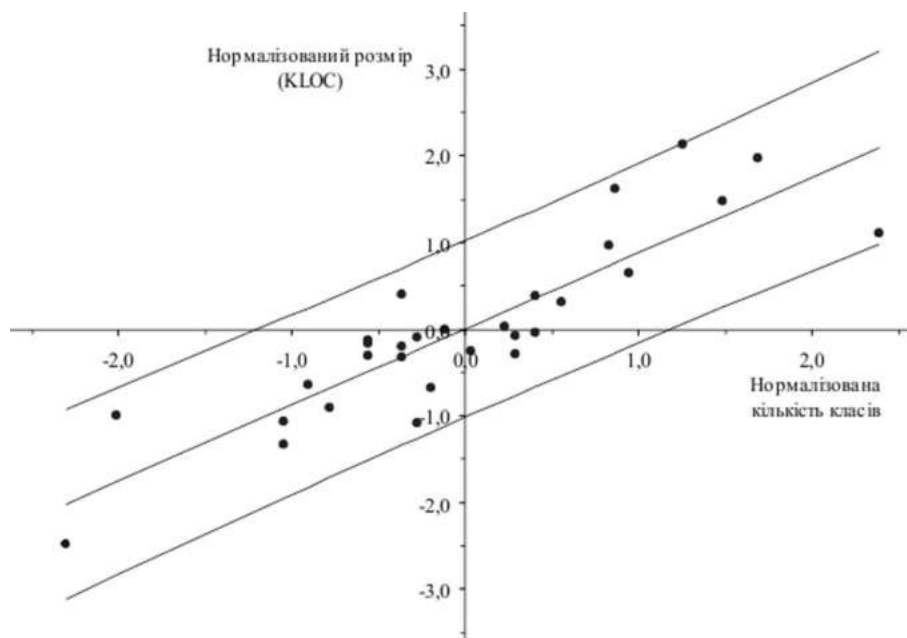


Рис. 2. Лінійне рівняння регресії та інтервал передбачення для 30 веб-додатків, реалізованих мовою Java

Далі будемо рівняння верхньої та нижньої границь інтервалу передбачення нелінійної регресії згідно з (6): $y = \frac{13,09 \cdot e^{k_1} + 0,222}{1 + e^{k_1}}$ де:

$$k_1 = 1,4273 \cdot \left(0,8773 \cdot z_x - 1,5704 \pm t_{(\alpha/2, n-2)} \cdot S_{z_y} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{30} + \frac{(z_x - \bar{z}_x)^2}{\sum_{i=1}^n (z_{xi} - \bar{z}_x)^2}} \right)$$

$z_x = 9,3571 + 1,5013 \cdot \ln\left(\frac{x - 0,456}{10743,16 - x}\right)$, які разом із нелінійним рівнянням регресії та вихідними емпіричними даними наведено на рис. 3.

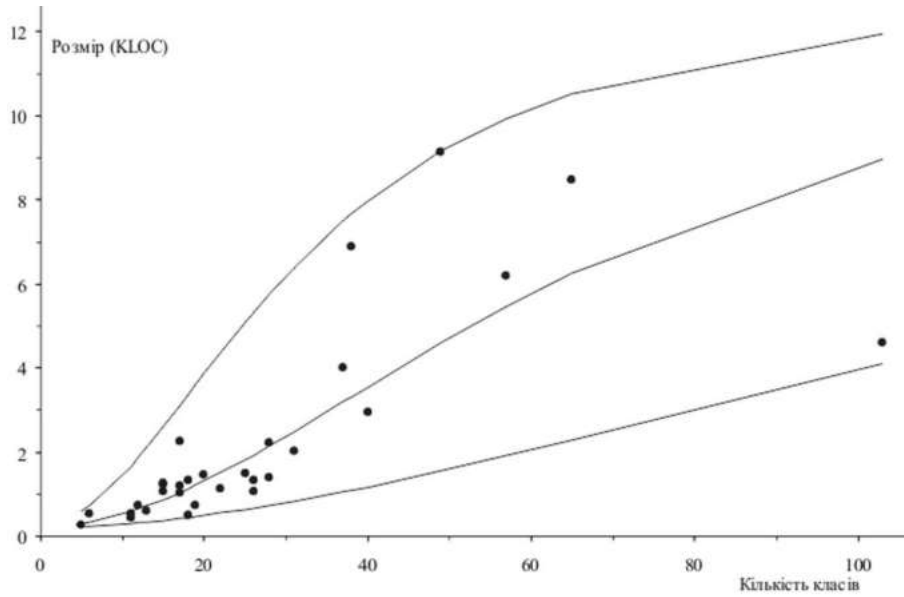


Рис. 3. Нелінійне рівняння регресії та інтервал передбачення для 30 веб-додатків, реалізованих мовою Java

Для порівняння моделі (5) з іншими моделями побудовані такі регресійні моделі на основі вихідних емпіричних даних (див. табл. 1): лінійна регресійна модель без виконання нормалізації (в припущенні про нормальність вихідних емпіричних даних) $y = 0,0893 \cdot x - 0,1194 + \varepsilon$ та нелінійна регресійна модель на основі десяткового логарифмічного перетворення $y = 10^{\varepsilon - 1,469} \cdot x^{1,2266}$. Границі для інтервалів передбачення цих регресійних моделей наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Границі інтервалів передбачення регресійних моделей

№ про-екту	Лінійна модель		Нелінійна модель на основі десяткового логарифму		Нелінійна модель на основі нормалізуючого перетворення Джонсона	
	нижня границя	верхня границя	нижня границя	верхня границя	нижня границя	верхня границя
1	2	3	4	5	6	7
1	-1,99	4,97	0,47	2,96	0,44	3,42
2	-2,09	4,88	0,44	2,76	0,42	3,16
3	-2,55	4,45	0,28	1,82	0,32	1,93
4	-0,21	6,76	1,16	7,48	1,07	7,75
5	-1,90	5,06	0,50	3,16	0,46	3,67
6	0,72	7,80	1,56	10,34	1,53	9,23
7	-1,09	5,85	0,80	5,10	0,72	5,84
8	-3,21	3,86	0,09	0,66	0,24	0,59
9	-2,09	4,88	0,44	2,76	0,42	3,16
10	-1,63	5,32	0,60	3,78	0,54	4,43
11	-3,11	3,95	0,12	0,81	0,25	0,73
12	-2,27	4,71	0,37	2,38	0,37	2,66
13	-2,27	4,71	0,37	2,38	0,37	2,66
14	-0,82	6,12	0,91	5,79	0,82	6,48
15	-2,09	4,88	0,44	2,76	0,42	3,16
16	-2,27	4,71	0,37	2,38	0,37	2,66
17	1,37	8,57	1,86	12,57	1,89	10,00
18	4,87	13,29	3,66	27,30	4,05	11,98
19	-1,81	5,14	0,53	3,37	0,49	3,93
20	-2,64	4,37	0,25	1,64	0,30	1,70
21	-1,27	5,67	0,73	4,65	0,66	5,39
22	-2,64	4,37	0,25	1,64	0,30	1,70

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7
23	2,01	9,36	2,17	14,90	2,26	10,58
24	-1,99	4,97	0,47	2,96	0,44	3,42
25	-0,30	6,67	1,12	7,23	1,04	7,59
26	-1,09	5,85	0,80	5,10	0,72	5,84
27	-2,46	4,54	0,31	2,00	0,34	2,17
28	-1,27	5,67	0,73	4,65	0,66	5,39
29	-0,04	6,95	1,23	7,98	1,15	8,06
30	-1,36	5,58	0,70	4,43	0,63	5,16

Як видно із табл. 2, нижня границя інтервалу передбачення лінійної моделі має від'ємні значення для 26 проєктів. Усі значення нижньої границі інтервалу передбачення для нелінійних моделей більші нуля. Ширина інтервалу передбачення нелінійної регресії на основі нормалізуючого перетворення Джонсона менше, ніж для лінійної регресії, для 27 проєктів. При порівнянні нелінійних моделей ширина інтервалу передбачення на основі нормалізуючого перетворення Джонсона менше для великих значень вихідних емпіричних даних.

Також порівняємо значення коефіцієнту детермінації R^2 , середньої величини відносної похибки MMRE та рівня прогнозування PRED(0,25) для трьох побудованих регресійних моделей, які наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Значення R^2 , MMRE та PRED(0,25)

Параметр	Лінійна модель	Нелінійна модель на основі десятичного логарифму	Нелінійна модель на основі нормалізуючого перетворення Джонсона
R^2	0,5497	0,4845	0,6147
MMRE	0,4894	0,3575	0,3477
PRED(0,25)	0,3667	0,4667	0,5000

Як видно з табл. 3, значення наведених параметрів кращі для нелінійної регресійної моделі на основі нормалізуючого перетворення Джонсона, однак прийнятні значення MMRE та PRED(0,25) (не більше 0,25 та не менше 0,75 відповідно) для нелінійної регресії з використанням одновимірного нормалізуючого перетворення Джонсона не досягнуті, що свідчить про необхідність застосування двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона для урахування взаємного впливу двох ВВ.

Висновки

Побудовано нелінійну регресійну модель для оцінювання розміру веб-додатків, реалізованих мовою Java, на основі одновимірного нормалізуючого перетворення Джонсона. Виконано порівняння отриманих результатів з іншими моделями. У подальшому планується використання багатовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона для нормалізації емпіричних даних щодо оцінювання розміру веб-додатків, реалізованих мовою Java, та розробка відповідного програмного забезпечення для автоматизації процесу розрахунків.

Список використаної літератури

1. Briand L.C. Property Based Software Engineering Measurement / L.C. Briand, S. Morasca, V.R. Basili // IEEE Transaction on Software Engineering. – 2009. – Vol. 22, no. 1. – p. 68–86.
2. Briand L.C. Encyclopedia of Software Engineering / L.C. Briand, I. Wieczorek – John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2002. – 1584 p.
3. Tan H.B.K. Estimating LOC for information systems from their conceptual data models / H.B.K. Tan, Y. Zhao, H. Zhang // in Proceedings of the 28th International Conference on Software Engineering (ICSE '06), May 20-28, 2006, Shanghai, China. – P. 321 – 330.
4. Prykhodko S. Estimating the software size of open-source PHP-based systems using non-linear regression analysis / S. Prykhodko, N. Prykhodko, L. Makarova // in Proceedings of International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT 2018), June 1-3, 2018, Ceske Budejovice, Czech Republic. – P. 199 – 202.
5. Приходько С.Б. Доверительный интервал нелинейной регрессии времени восстановления работоспособности устройств терминальной сети / С.Б. Приходько, Л.Н. Макарова // Восточно-европейский журнал передовых технологий. Математика и кибернетика – прикладные аспекты. – 2014. – Т. 3/4 (69). – С. 26 – 31.

6. Бостанджиян В.А. Распределение Пирсона, Джонсона, Вейбулла и обратное нормальное. Оценивание их параметров / В.А. Бостанджиян – Черногловка: Редакционно-издательский отдел ИПХФ РАН, 2009. – 240 с.
7. Приходько С.Б. Аналитическая зависимость для выбора семейства распределений Джонсона / С.Б. Приходько, Л.Н. Макарова, А.С. Приходько // Проблеми інформаційних технологій. – 2016. – №02 (020). – С. 105 – 110.
8. Prykhodko S.B. Building The Non-Linear Regression Equations On The Basis Of Multivariate Normalizing Transformations / S. Prykhodko, N. Prykhodko, L. Makarova // Proceedings of First International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC-2018), Kyiv, Ukraine, October 08–12, 2018. – P. 48 – 52.
9. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учеб. для вузов / Е.С. Вентцель – М.: Высш. шк., 1999. – 576 с.
10. Грешилов А.А. Математические методы построения прогнозов / А.А. Грешилов, В.А. Стакун, А.А. Стакун – М.: Радио и связь, 1997. – 112 с.
11. Демиденко Е.З. Линейная и нелинейная регрессии / Е.З. Демиденко – М.: Финансы и статистика, 1981. – 302 с.
12. Bates D.M. Nonlinear Regression Analysis and Its Applications / D.M. Bates, D.G. Watts – John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 1988. – 384 p.
13. Prykhodko N.V. Constructing the non-linear regression models on the basis of multivariate normalizing transformations / N.V. Prykhodko, S.B. Prykhodko // Electronic modeling. – 2018. – Vol. 40, No. 6. – P. 101 – 110.
14. Магнус Я.Р. Эконометрика. Начальный курс: Учеб. – 6-е изд., перераб. и доп. / Я.Р. Магнус, П.К. Катышев, А.А. Пересецкий. – М.: Дело, 2004. – 576 с.
15. Приходько С.Б. Інформаційна технологія прогнозування відмов в обслуговуванні пристроїв термінальної мережі / С.Б. Приходько, Л.М. Макарова // Проблеми інформаційних технологій. – 2015. – №01 (017). – С. 187 – 194.
16. Chew V. Confidence, prediction and tolerance regions for the multivariate normal distribution / V. Chew // Journal of the American Statistical Association. – 1966. – Vol. 61, Issue 315. – P. 605 – 617.
17. Prykhodko S.B. Detecting bivariate outliers on the basis of normalizing transformations for non-Gaussian data / S.B. Prykhodko, N.V. Prykhodko, L.M. Makarova, O.O. Kudin, T.G. Smykodub, A.S. Prykhodko // Advanced Information Systems and Technologies: proceedings of the V international scientific conference, Sumy, May 17-19 2017 Edited by S.I. Protsenko, V.V. Shendryk. – Sumy: Sumy State University, 2017. – P. 95 – 97.

УДК 004.42

С.Д. ТОЧИЛІН, В.О. РИБІН
Запорізький національний технічний університет

КРОСПЛАТФОРМНА КОМП'ЮТЕРНА ПРОГРАМА ДЛЯ ПОЛІНОМІАЛЬНОГО РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ

Поліноміальний регресійний аналіз широко використовується для побудови математичних залежностей по експериментальним статистичним даним. Поліноміальний регресійний аналіз даних виконується, як правило, за допомогою комерційних комп'ютерних програм, які мають графічний інтерфейс користувача. Однак ці програми в багатьох випадках не є кроссплатформними.

У наш час однією з найбільш популярних мов програмування є Java. Вона кроссплатформна і має API, що вільно розповсюджується, який дозволяє створювати програми для статистичної обробки експериментальних даних із графічним інтерфейсом користувача.

У даній роботі за допомогою мови програмування Java була розроблена кроссплатформна комп'ютерна програма для поліноміального регресійного аналізу даних. Вона має графічний інтерфейс користувача і використовує при функціонуванні метод найменших квадратів. При цьому для визначення параметрів регресійної моделі із системи лінійних рівнянь, які формуються при обробці статистичних даних, застосовується метод Гаусса. Програма представляє результати аналізу даних у графічному та табличному вигляді. У графічному вигляді зображуються вихідні дані та відповідна їм регресійна залежність. У табличному вигляді відображаються параметри моделі регресії, а також дані, що аналізуються, і відповідні їм значення апроксимуючого полінома та залишків регресії.

Крім того, програма визначає параметри необхідні для оцінки якості та значимості поліноміальної моделі регресії, яка була отримана при обробці даних. Розроблений додаток для оцінки якості моделі розраховує середню помилку апроксимації та коефіцієнт детермінації або індекс детермінації, а для оцінки її значимості обчислює фактичне і теоретичне значення F-критерію Фішера. При розрахунку теоретичного значення F-критерію Фішера програма використовує функцію бета-розподілу.

Також розроблений додаток при аналізі даних дозволяє прогнозувати значення залежної змінної для значень регресора, які визначає користувач.

Ключові слова: регресія, аналіз даних, поліном, метод найменших квадратів.

С.Д. ТОЧИЛІН, В.О. РЫБИН
Запорожский национальный технический университет

КРОССПЛАТФОРМЕННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ПОЛИНОМИАЛЬНОГО РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Полиномиальный регрессионный анализ широко используется для построения математических зависимостей по экспериментальным статистическим данным. Полиномиальный регрессионный анализ данных выполняется, как правило, с помощью коммерческих компьютерных программ, которые имеют графический интерфейс пользователя. Однако эти программы во многих случаях не являются кроссплатформенными.

В настоящее время одним из наиболее популярных языков программирования является Java. Он кроссплатформенный и имеет свободно распространяемый API, который позволяет создавать программы для статистической обработки экспериментальных данных с графическим интерфейсом пользователя.

В данной работе с помощью языка программирования Java была разработана кроссплатформенная компьютерная программа для полиномиального регрессионного анализа данных. Она имеет графический интерфейс пользователя и использует при функционировании метод наименьших квадратов. При этом для определения параметров регрессионной модели из системы линейных уравнений, которые формируются при обработке статистических данных, применяется метод Гаусса. Программа представляет результаты анализа данных в графическом и табличном виде. В графическом виде изображаются исходные данные и соответствующая им регрессионная зависимость. В табличном виде отображаются параметры модели регрессии, а также анализируемые данные и соответствующие им значения аппроксимирующего полинома и остатков регрессии.

Кроме того, программа определяет параметры необходимые для оценки качества и значимости полиномиальной модели регрессии, которая была получена при обработке данных. Разработанное приложение для оценки качества модели рассчитывает среднюю ошибку аппроксимации и коэффициент детерминации или индекс детерминации, а для оценки ее значимости

вычисляет фактическое и теоретическое значение F -критерия Фишера. При расчете теоретического значения F -критерия Фишера программа использует функцию бета-распределения.

Также разработанное приложение при анализе данных позволяет прогнозировать значения зависимой переменной для значений регрессора, которые определяет пользователь.

Ключевые слова: регрессия, анализ данных, полином, метод наименьших квадратов.

S.D. TOCHILIN, V.O. RYBIN
Zaporozhye National Technical University

CROSS-PLATFORM COMPUTER PROGRAM FOR POLYNOMIAL REGRESSION DATA ANALYSIS

Polynomial regression analysis is widely used to construct mathematical dependencies from experimental statistics. Polynomial regression data analysis is performed, as a rule, using commercial computer programs that have a graphical user interface. However, these programs in many cases are not cross-platform.

Currently, one of the most popular programming languages is Java. It is cross-platform and has a free API, which allows to create programs for statistical processing of experimental data with a graphical user interface.

In this paper, the cross-platform computer program for polynomial regression data analysis was developed using the Java programming language. It has a graphical user interface and uses the least squares method for its operation. In this case, the Gauss method is used to determine the parameters of the regression model from a system of linear equations that are formed during the processing of statistical data. The program presents the results of data analysis in graphical and tabular form. In a graphic form the initial data and the corresponding regression dependence are represented. The tabular form displays the parameters of the regression model, as well as the analyzed data and the corresponding values of the approximating polynomial and regression residuals.

In addition, the program determines the parameters necessary for assessing the quality and significance of the polynomial regression model that was obtained during data processing. The developed application for assessing the quality of the model calculates the average approximation error and the coefficient of determination or index of determination, and to estimate its significance it calculates the actual and theoretical value of the Fisher F -test. When calculating the theoretical value of the Fisher F -test, the program uses the beta distribution function.

Also, the developed application, when analyzing data, allows to predict the values of the dependent variable for the regressor values that the user determines.

Keywords: regression, data analysis, polynomial, least squares method.

Постановка проблеми

Поліноміальний регресійний аналіз є найпоширенішим статистичним методом, який використовується для побудови математичних залежностей по експериментальним даним [1-3].

Поліноміальний регресійний аналіз виконується, як правило, за допомогою спеціальних комерційних комп'ютерних програм, які мають графічний інтерфейс користувача (Graphical User Interface - GUI). Однак ці програми в багатьох випадках жорстко прив'язані до певної платформи.

У той час при проведенні регресійного аналізу для вибору оптимальної моделі регресії оцінюють її якість та значимість [4, 5].

При цьому розробка кросплатформних комп'ютерних програм із GUI для поліноміального регресійного аналізу даних, які визначають параметри моделі регресії, а також оцінюють її якість і значимість, є актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Якщо для величини Y , що випадковим чином залежить від величини X , отримані m експериментальних точок (m пар спостережень): (X_1, Y_1) ; (X_2, Y_2) ; ... (X_m, Y_m) , то для знаходження функціональної залежності Y від X при поліноміальному регресійному аналізі використовують рівняння багаточлена (поліному) Y_r , яке має вигляд:

$$Y_r = f(X) = C_0 + C_1 \cdot X + C_2 \cdot X^2 + \dots + C_n \cdot X^n, \quad (1)$$

де $C_0, C_1, C_2, \dots, C_n$ – постійні коефіцієнти,

n – ступінь поліному.

Для визначення $C_0, C_1, C_2, \dots, C_n$ в багатьох випадках застосовують метод найменших квадратів (МНК). Опис МНК з прикладами комп'ютерних програм, які його реалізують, наведено в [6-9].

Відзначимо також, що для оцінки якості моделі регресії використовують індекс детермінації (коефіцієнт детермінації при $n=1$) R^2 та середню помилку апроксимації ME [4, 5]. У відповідності з [4, 5] для поліноміальної регресії їх визначають за допомогою виразів:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^m (Y_i - Y_{ri})^2}{\sum_{i=1}^m (Y_i - \bar{Y})^2}, \quad (2)$$

$$ME = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left| \frac{Y_i - Y_{ri}}{Y_i} \right| \cdot 100 (\%), \quad (3)$$

де Y_i - експериментальні значення Y при X_i ,
 Y_{ri} - значення поліному (1) при X_i ,
 \bar{Y} - середнє для Y_1, Y_2, \dots, Y_m .

Чим ближче величина R^2 до одиниці тим більш якісніше модель регресії, у той час значення $ME \leq 7\%$ також свідчать про задовільний вибір моделі до вихідних даних [4].

Між тим, для оцінки значимості моделі регресії для даних із m пар чисел, зіставляють фактичне значення F-критерію Фішера F та теоретичне F_α при певному рівні значимості α . Якщо F більше F_α , модель регресії визнається значимою для цього рівня значимості, в протилежному випадку – не значимою. Фактичне F-співвідношення визначають у такий спосіб [4]:

$$F = \frac{R^2}{(1-R^2)} \cdot \frac{m-n-1}{n}. \quad (4)$$

Величина n в (4) характеризує число ступенів свободи ν_1 для факторної суми квадратів, а $(m-n-1)$ - число ступенів свободи ν_2 для залишкової суми квадратів [4].

Теоретичні значення F-критерію можна розраховувати за допомогою функції бета-розподілу [10-12]:

$$I_x(a,b) = \frac{1}{B(a,b)} \int_0^x t^{a-1} (1-t)^{b-1} dt, \quad (5)$$

де відрізок $0 \leq x \leq 1$ на якому визначається $I_x(a,b)$,
 a, b - параметри,
 $B(a,b)$ - бета-функція Ейлера:

$$B(a,b) = \int_0^1 t^{a-1} (1-t)^{b-1} dt. \quad (6)$$

Теоретичне значення F_α , для рівня значимості α , при ν_1 і ν_2 , визначають при використанні функції бета-розподілу, яка у відповідності з [12] має вигляд:

$$I_x\left(\frac{\nu_1}{2}, \frac{\nu_2}{2}\right) = 1 - \alpha, \quad (7)$$

де x має значення [12]:

$$x = \frac{\nu_1 F_\alpha}{\nu_2 + \nu_1 F_\alpha}. \quad (8)$$

Відзначимо також, що у наш час найбільш поширеною мовою програмування, у відповідності з індексом ТЮВЕ [13], є Java™. Вона кросплатформна та має необхідні засоби для розробки прикладних програм із GUI. Також Java має розвинений API, що вільно розповсюджується, до якого входять як середовища розробки, так і різного роду пакети, які розширюють функціональність додатків.

Формулювання мети дослідження

У даній роботі була поставлена задача розробки за допомогою мови програмування Java кросплатформного додатка з GUI для поліноміального регресивного аналізу даних, який визначає параметри регресивної моделі, оцінює її якість та значимість, а також представляє результати роботи в графічному та табличному вигляді.

Викладення основного матеріалу дослідження

Для розв'язку поставленої задачі був створений Java-додаток ST_Regression із графічним інтерфейсом користувача.

Для знаходження параметрів моделі регресії програма використовувала МНК. При цьому для визначення $C_0, C_1, C_2, \dots, C_n$ із системи лінійних рівнянь, що формувались при обробці даних, використовувався метод Гаусса, який реалізовувався на основі обчислювальної схеми єдиного поділу [14]. Для оцінки якості моделі регресії додаток ST_Regression розраховував середню помилку апроксимації та індекс детермінації (коефіцієнт детермінації при $n=1$), а для оцінки значимості моделі обчислював значення, як фактичного F-критерію Фішера F , так і теоретичного F_α при $\alpha = 0,05$.

На початку роботи з програмою за допомогою меню «File» вихідні експериментальні дані для регресійного аналізу завантажувалися з *.csv або *.txt файлів і заповнювали таблицю «Data». При необхідності рядки таблиці «Data» могли заповнюватися або доповнюватися з використанням вихідних даних для X і Y , які попередньо розміщалися у полях вводу «X» та «Y or Yr», та кнопки «Input» (поля вводу «X» та «Y or Yr» використовуються і при прогнозуванні значень залежної змінної для значень регресора, які визначає користувач). Рядок, який виділявся, можна було видалити за допомогою кнопки «Cut Row». Кнопка «Clear» застосовувалася для видалення усіх рядків, як у таблиці «Data», так і у таблиці «Coefficients». Необхідний ступінь n полінома (1) для регресійного аналізу даних устанавлювався за допомогою списку, що розкривається, у межах від 1 до 6.

Запуск обробки даних здійснювався при натисканні на кнопку «Calculate». При цьому програма для поліноміальної моделі регресії розраховувала коефіцієнти $C_0, C_1, C_2, \dots, C_n$, середню помилку апроксимації та індекс детермінації (коефіцієнт детермінації при $n=1$), їх значення з'являлися в таблиці «Coefficients», а також в полях вводу «ME, %» і «R^2», відповідно. Крім того, для моделі регресії, що використовувалася при обробці відповідних даних, обчислювалися та зіставлялися значення фактичного і теоретичного F-критерію Фішера. Результат цього зіставлення з'являвся у полі вводу «F ? F_{0.05}». У той час значення полінома (1) та залишків регресії, які визначалися програмою для всіх X , із вихідного набору даних, розміщалися в таблиці «Data», а вихідні дані та розрахована для них поліноміальна залежність $Yr = f(X)$ відображалися в графічному вигляді на панелі додатка. Також, якщо в полі вводу «X» знаходилося значення аргументу X , яке попередньо ввів користувач, то програма визначала для нього значення функції $Yr = f(X)$ і поміщала його в поле вводу «Y or Yr».

Користувач програми за допомогою меню «File» мав можливість зберегти результати аналізу для параметрів ($C_0, C_1, C_2, \dots, C_n$) регресійної моделі у файлах формату *.csv або *.txt. Крім того, використовуючи меню «File», графік, який був отриманий при регресійному аналізі даних, можна було скопіювати в буфер обміну або відправити на друк. Тим часом за допомогою меню «Tuning» при необхідності наструювалися область відображення та шкали осей графіка $Yr = f(X)$, а також його орієнтація. Між тим інформація про створений Java-додаток та особливостях його роботи була доступна при використанні меню «Help».

Для тестування розробленої програми ми одержали експериментальні дані для величини струму колектора I_K (Y_i у мА) біполярного транзистора при різних значеннях струму бази I_B (X_i у мА) (транзистор працював у ключовому режимі в схемі з спільним емітером). Вікно програми ST_Regression при аналізі цих даних зображене на рис. 1.

Висновки

Таким чином, у даній роботі був розроблений кросплатформний Java-додаток ST_Regression для поліноміального регресійного аналізу даних.

Комп'ютерна програма має графічний інтерфейс користувача. При регресійному аналізі даних вона використовує метод найменших квадратів і дозволяє прогнозувати значення залежної змінної для значень регресора, які визначає користувач. Крім того, представляє результати аналізу у графічному та табличному вигляді, а також розраховує параметри необхідні для оцінки якості та значимості моделі регресії: коефіцієнт детермінації або індекс детермінації, середню помилку апроксимації, фактичне та теоретичне значення F-критерію Фішера.

Надалі передбачається модернізувати Java-додаток ST_Regression, зокрема, забезпечити можливість проведення регресійного аналізу даних, як при різних рівнях значимості, так і при використанні експонентної та логарифмічної моделі регресії.

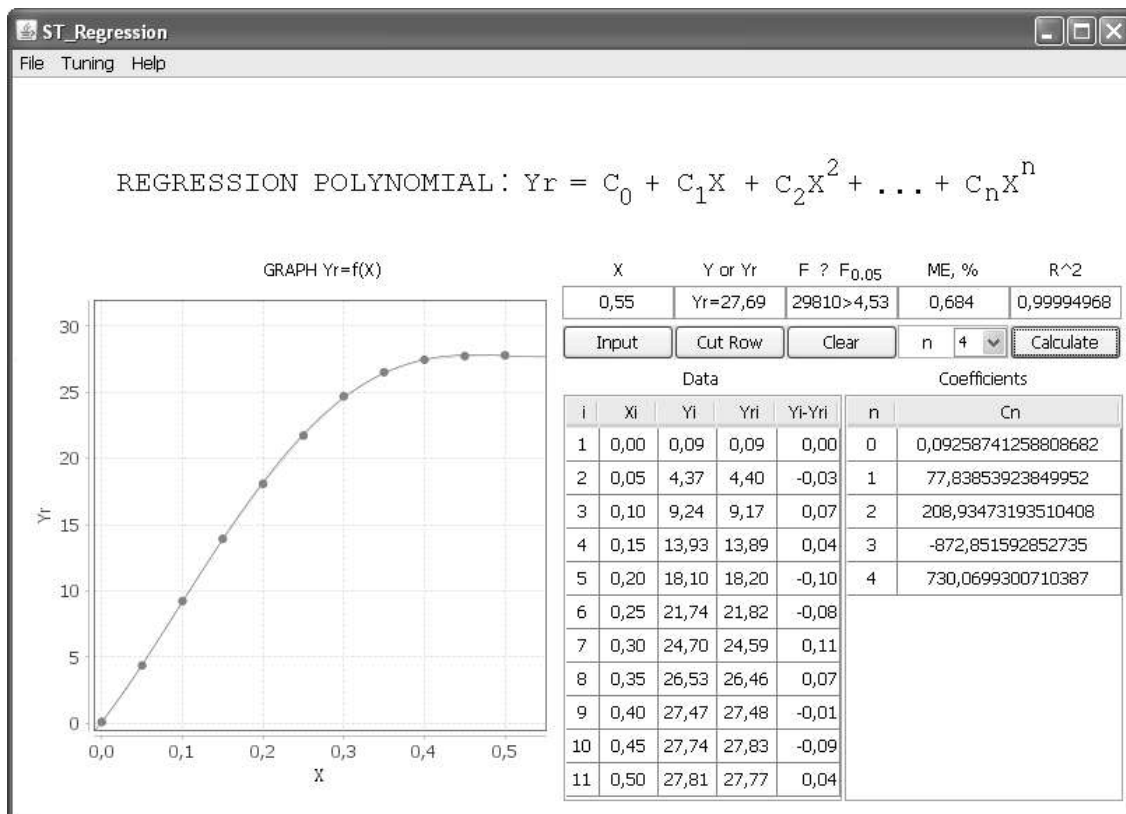


Рис. 1. Вікно програми ST_Regression при регресійному аналізі даних

Список використаної літератури

- Омельченко А.В. Оценивание коэффициентов полиномиальной регрессии по совокупности реализаций / А.В. Омельченко, А.В. Федоров // Радиоэлектроника и информатика, 2009. – № 1 (44). – С.28-32.
- Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейпер, Г. Смит. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. – 912 с.
- Бараз В.Р. Использование MS Excel для анализа статистических данных : учеб. пособие / В. Р. Бараз, В. Ф. Пегашкин. – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2014. – 181 с.
- Елисеєва І.І. Економетрика: учебник / І.І. Елисеєва, С.В. Курьшева, Т.В. Костеева и др. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 576 с.
- Сажин Ю.В., Иванова И.А. Эконометрика: учебник / Ю.В. Сажин, И.А. Иванова. – Саранск: Мордов. гос. ун-т. 2014. – 316 с.
- Мудров А.Е. Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль / А.Е. Мудров. – Томск: МП «РАСКО», 1991. – 272 с.
- Гринчишин Я.Т. TURBO PASCAL: Чисельні методи в фізиці та математиці: Навчальний посібник / Я.Т. Гринчишин. – Тернопіль, 1994. – 121 с.
- Гайдышев И. Анализ и обработка данных: специальный справочник / И. Гайдышев. – СПб: Питер, 2001. – 752 с.
- Аппроксимация функций полиномом методом наименьших квадратов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.alexeypetrov.narod.ru/C/sqr_less_about.html (дата звернення: 07.05.2019).
- Большов Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики / Л.Н. Большов, Н.В. Смирнов. – М.: Наука, 1983. – 416 с.
- Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А.И. Кобзарь. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.
- Walck C. Hand-book on STATISTICAL DISTRIBUTIONS for experimentalists / C. Walck. Stockholm: University of Stockholm, 2000. – 204 p.
- TIОBE Index for May 2019. WEB-сайт [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.tiobe.com/tiobe-index/> (дата звернення: 07.05.2019).
- Копченова Н.В. Вычислительная математика в примерах и задачах / Н.В. Копченова, И.А. Марон. – М.: Наука, 1972. – 368 с.

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ І
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І
ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ**

УДК 681.513

О.О. БРОВAREЦЬ

Київський кооперативний інститут бізнесу і права

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-
ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ ЛОКАЛЬНОГО ОПЕРАТИВНОГО МОНІТОРИНГУ
СТАНУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ**

Існуючі способи керування агробіологічним станом ґрунтового середовища та відбором проб ґрунту за наявними методиками не враховують варіабельності їх параметрів по площі сільськогосподарських угідь.

Диференційоване керування нормою внесення технологічного матеріалу, у межах даного квадрата, повинне буде здійснюватися саме на підставі середнього значення цього параметра. Тому такий спосіб реалізації диференційованого внесення технологічного матеріалу буде не ефективним.

Найбільш ефективним способом оперативного моніторингу агробіологічного стану сільськогосподарських угідь є вимірювання електропровідних характеристик ґрунтового середовища. Електропровідні властивості ґрунтового середовища є комплексним показником його агробіологічного стану, який враховує твердість вологість, вміст поживних речовин у ґрунті тощо.

Ставиться завдання отримання оперативних достовірних даних про агробіологічний стан ґрунтового середовища шляхом зменшення похибки при визначенні величини електропровідних властивостей ґрунту. Для забезпечення означених задач використовують інформаційно-технічну систему локального оперативного моніторингу агробіологічного стану сільськогосподарських угідь шляхом вимірювання електропровідності ґрунтів з різними типами підвіски її робочих електродів.

Інформаційно-технічну систему локального оперативного моніторингу агробіологічного стану сільськогосподарських угідь використовують: перед виконанням технологічної операції, одночасно з виконанням технологічної операції (сівба, внесення мінеральних добрив тощо); протягом вегетації та після збирання врожаю.

Проведено математичне моделювання функціонування інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторингу стану сільськогосподарських угідь.

Це відкриває нові перспективи до ведення органічного землеробства з використанням таких «розумних» сільськогосподарських машин.

Ключові слова: інформаційно-технічна система, оперативний моніторинг, ґрунт, проби, варіабельність, величина.

А.А. БРОВAREЦЬ

Київський кооперативний інститут бізнесу і права

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-
ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЛОКАЛЬНОГО ОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА
СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ**

Существующие способы управления агробиологическим состоянием почвенной среды и отбором проб ґрунта по имеющимся методикам не учитывают вариабельности их параметров по площади сельскохозяйственных угодий.

Дифференцированное управление нормой внесения технологического материала, в рамках данного квадрата, должно будет осуществляться именно на основании среднего значения этого параметра. Поэтому такой способ реализации дифференцированного внесения технологического материала будет не эффективным.

Наиболее эффективным способом оперативного мониторинга агробиологического состояния сельскохозяйственных угодий является измерение электропроводящих характеристик почвенной среды. Электропроводящие свойства почвенной среды является комплексным показателем его

агробиологического состояния, учитывающий твердость влажность, содержание питательных веществ в почве и тому подобное.

Ставится задача получения оперативных достоверных данных о агробиологический состоянии почвенной среды путем уменьшения погрешности при определении величины электропроводящих свойств почвы. Для обеспечения указанных задач используют информационно-техническую систему локального оперативного мониторинга агробиологического состояния сельскохозяйственных угодий путем измерения электропроводности почв с различными типами подвески ее рабочих электродов.

Информационно-техническую систему локального оперативного мониторинга агробиологического состояния сельскохозяйственных угодий используют: перед выполнением технологической операции, одновременно с выполнением технологической операции (сев, внесение минеральных удобрений и т.п.); в течение вегетации и после уборки урожая.

Проведено математическое моделирование функционирования информационно-технической системы локального мониторинга состояния сельскохозяйственных угодий.

Это открывает новые перспективы для ведения органического земледелия с использованием таких «умных» сельскохозяйственных машин.

Ключевые слова: информационно-техническая система, оперативный мониторинг, почва, пробы, вариабельность, величина.

O. BROVARETS

Kyiv Cooperative Institute of Business and Law

MATHEMATICAL MODEL OF FUNCTIONING OF INFORMATION AND TECHNICAL SYSTEM OF LOCAL OPERATING MONITORING STATE OF AGRICULTURAL AGRICULTURE

Existing methods for controlling the agrobiological state of the soil and sampling soil according to available methods do not take into account the variability of their parameters in the area of agricultural land.

Differentiated control of the norm of making a technological material, within the limits of a given square, should be carried out precisely on the basis of the average value of this parameter. Therefore, such a method of implementing a differentiated introduction of technological material will be ineffective.

The most effective way of operational monitoring of the agrobiological state of agricultural lands is the measurement of the conductive characteristics of the soil environment. The conductive properties of the soil environment is a complex indicator of its agrobiological state, which takes into account the hardness of moisture, the content of nutrients in the soil, and so on.

The task is to obtain reliable reliable data on the agrobiological state of the soil environment by reducing the error in determining the magnitude of the conductive properties of the soil. To provide the indicated tasks, the information and technical system of local operational monitoring of the agrobiological state of agricultural lands is used by measuring the electrical conductivity of soils with different types of suspension of its working electrodes.

The information and technical system of local operational monitoring of the agrobiological state of agricultural lands is used: before the execution of the technological operation, simultaneously with the implementation of the technological operation (seed, application of mineral fertilizers, etc.); during the growing season and after harvesting.

The mathematical modeling of the functioning of the information and technical system of the local operational monitoring of the condition of agricultural lands is carried out.

This opens new prospects for organic farming using such "smart" agricultural machines.

Keywords: information and technical system, operational monitoring, soil, samples, variability, magnitude.

Постановка проблеми

Сучасні інформаційно-технічні системи локального оперативного моніторингу стану сільськогосподарських угідь дають можливість забезпечити належну якість керування виконанням технологічних операцій з використанням сучасних мехатронних та робототехнічних систем керування, пов'язаних з датчиками контролю якості виконання технологічних операцій, які у сучасному контексті їх розвитку отримали назву «розумних» або «смарт» машин (Smart machinery) [1-3].

Такі «розумні» машини з датчиками оперативного моніторингу стану сільськогосподарських угідь можуть широко використовуватися на всіх стадіях виробництва сільськогосподарської продукції рослинництва: основного обробітку, сівби (садіння), на етапі догляду за посівами у період вегетації та при збиранні врожаю. Це дає можливість забезпечити належну якість виконання технологічних операцій при оптимізації витрат на їх виробництво. «Розумні» машини «адаптуються» до агробіологічного стану

грунтового середовища на основі інформації з датчиків про агробіологічний стан ґрунтового середовища.

Важливою задачею оперативного моніторингу стану сільськогосподарських угідь є так званий «management units» - територіальних одиниць з подібними параметрами просторової неоднорідності, де повинні використовуватися однотипні технології обробітку сільськогосподарських культур. Ці технології є основою роботи системи прийняття рішень «decision-making systems», яка дозволяє прийняти ефективні оперативні рішення на основі оперативних даних про агробіологічний стан ґрунтового середовища.

Втілення сучасних технологій землеробства дозволяє планувати витрати насінневого матеріалу, добрив, пестицидів та інших технологічних матеріалів, у тому числі палива, визначати загальну стратегію управління агробіологічним потенціалом поля тощо. Проте, на сьогодні при реалізації даних технологій бракує ефективних систем збору та реєстрації (моніторингу) місцевизначеної інформації (агробіологічної та фітосанітарної) про стан сільськогосподарських угідь у технологіях точного землеробства. Існуючі способи і засоби реалізації цього процесу недосконалі [2, 3, 4, 5].

У цьому сенсі набуває актуальності розробка та використання принципово нового класу сільськогосподарських машин – інформаційно-технічних систем локального оперативного моніторингу варіабельності агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь.

Слід відмітити, що важливість та доцільність використання інформаційно-технічних систем локального оперативного моніторингу варіабельності агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь залежить від виду технологічної операції, площі обробітку. Так доцільність використання зазначених машинно-тракторних агрегатів особливо висока на етапі сівби (садіння), оскільки дана технологічна операція фактично є «фундаментом» майбутнього врожаю [12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Показує, що традиційні фактори підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва за рахунок оптимізації механіко-конструктивних матеріалів, використання новітніх машинобудівних матеріалів (надміцного пластику, сплавів металу тощо) на сучасному етапі розвитку техніки, не дають суттєвого підвищення ефективності.

За межами типової системи інформаційного забезпечення процесів планування залишаються задачі, пов'язані з вибором оптимальних рішень, оцінки альтернативних варіантів розвитку і т. д.

Така ситуація виникає через об'єктивні причини, пов'язані з використанням обчислювальних процесів у контексті опису поточного розвитку системи в рамках одного виробничого циклу [1]. При такому підході практично відсутнє середовище автоматизації процесів довгострокового і середньострокового планування, а методика планування, що реалізовується, не дозволяє інтегрувати в інформаційну систему методи ефективного коректування відхилень з метою виходу на плановий рівень, що базуються на використанні оптимізаційних математичних моделей.

Одним з перспективних напрямів є забезпечення необхідної якості виконання технологічних процесів за рахунок одержання більш високого (у порівнянні з фізіологічними можливостями людини) рівня інформації та оперативного керування робочими процесами машин і на основі цього перехід до нових прогресивних технологій з використанням «розумних» сільськогосподарських машин. Тому виникає необхідність у розробці та використанні принципово нового класу сільськогосподарських машин підтримки виробництва продукції рослинництва - інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторингу варіабельності агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь.

Очевидно, що за таких умов виникає необхідність у принципово нових підходах до ведення агропромислового виробництва, що полягає у забезпеченні належної якості виконання технологічних операцій. Якість виконання технологічних операцій є інтегральним показником ефективності виробництва сільськогосподарської продукції в межах агробіологічного поля. Необхідна якість виконання основних технологічних процесів у рослинництві забезпечується за рахунок інтегрованих інформаційно-технічних систем оперативного моніторингу агробіологічного стану сільськогосподарських угідь [13-15].

Структура ґрунту змінюється в значних межах на багатьох сільськогосподарських полях. Фізичні властивості ґрунту, як наприклад ґрунтова структура, мають прямий ефект на водомісткість, ємність катіонного обміну, урожайність тощо. Поживні речовини, що містяться у ґрунтах, використовуються рослиною і їх вміст у ґрунті зменшуються. Загальноприйнятою характеристикою вмісту поживних речовин у ґрунті є вміст азоту, наявність якого у ґрунті значною мірою визначає урожайність. Картографія ґрунтової електричної провідності, широко використовується як ефективний засіб відображення ґрунтової структури і інших ґрунтових властивостей [5].

Швидкий опис мінливості сільськогосподарських угідь - важливий компонент для зональних методів управління [6].

Сучасні методики та засоби реєстрації властивостей ґрунту

Існує проблема організації спеціальних систем спостережень, контролю і оцінки стану природного середовища (моніторингу) як в місцях інтенсивної антропогенної дії, так і в глобальному масштабі [3]. Важливе місце на сучасному етапі займає реєстрації електромагнітних характеристик ґрунту. Електромагнітні характеристики ґрунту об'єднують багато властивостей ґрунту, що впливають на врожайності сільськогосподарських культур. До них відносяться вміст ґрунтової вологи, гранулометричний склад ґрунту, ЄКО, засоленість, вміст обмінних катіонів кальцію (Ca) і магнію (Mg) та ін. Електромагнітні характеристики ґрунту не дозволяють безпосередньо виміряти вміст поживних речовин, але показують варіативність важливих характеристик, таких як структура ґрунту і вміст обмінних катіонів. Ця варіативність занадто важлива, щоб її ігнорувати, і повинна враховуватися при відборі проб (рис. 1) [16].

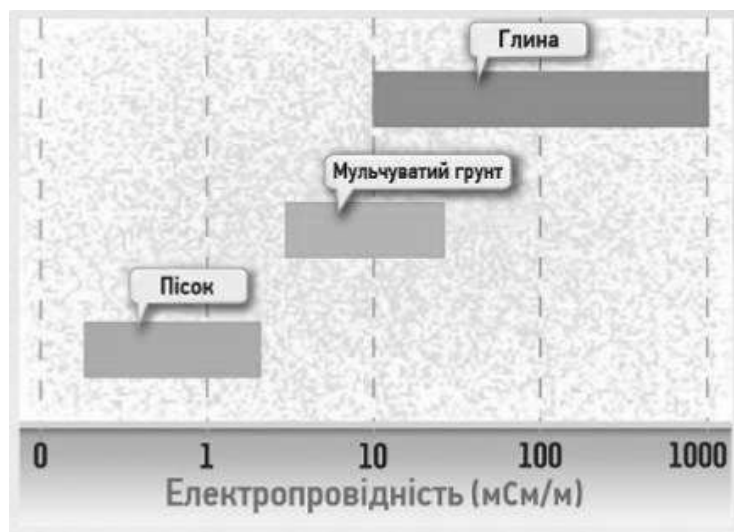


Рис. 1. Електропровідність різних типів ґрунтів

Очевидно, що для правильної організації управління якістю навколишнього природного середовища абсолютно необхідною умовою є організація системи ефективного моніторингу. Для оцінки стану навколишнього середовища важлива об'єктивна оперативна інформація про критичні чинники антропогенної дії, про фактичний стан біосфери і прогнози її майбутнього стану.

Відомий аналог (<http://www.veristech.com>), основним робочим органом якого є система електродів, в якості яких використано плоскі диски з горизонтальною віссю обертання на стояку, який жорстко закріплений до рами вимірювального пристрою таким чином, що опорні колеса пристрою визначають глибину ходу дисків-електродів у ґрунті.

Недоліком аналога є значна похибка при визначенні, яка обумовлена тим, що під час виконання робочого процесу порушується стабільність контакту диска-електрода з ґрунтом, що викликано поперечними відхиленнями вимірювального пристрою відносно прямолінійного напрямку руху обумовлено конструкцією диска. При цьому змінюється площа контакту диска-електрода з ґрунтом, оскільки при поперечних коливаннях плоскі диски-електроди однією стороною можуть взагалі не контактувати із ґрунтом.

При використанні суцільних дисків у якості електродів без підвіски для визначення електропровідних характеристик тиск ґрунту виникає значна похибка, яка обумовлена конструкцією дисків та відсутністю підвіски для стабілізації при зануренні їх у ґрунт.

Формулювання мети дослідження

Метою статті є побудова математичної моделі для визначення робочих параметрів та режимів функціонування інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторингу варіабельності агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь залежно від механіко-конструктивних параметрів та типу підвіски її робочих електродів.

Викладення основного матеріалу дослідження

Пристрій для визначення електропровідних властивостей ґрунтового середовища конструкції використовують: перед виконанням технологічної операції, одночасно з виконанням технологічної операції (сівба, внесення мінеральних добрив тощо); протягом вегетації та після збирання врожаю.

Це відкриває нові перспективи до ведення органічного землеробства з використанням таких «розумних» сільськогосподарських машин.

Пристрій для визначення електропровідних властивостей ґрунтового середовища конструкції Олександра Броварця дає можливість оперативно визначити параметри агробіологічного стану ґрунтового середовища, забезпечити «індивідуальний» підхід до кожної елементарної ділянки поля (рис. 2), при цьому за рахунок використання пружної підвіски робочих електродів 2 забезпечується стабілізацію робочих електродів при русі по нерівностям поверхні поля та копіювання нерівностей поверхні поля. Таким чином можна отримати достовірні дані електропровідності ґрунті, які можна використовувати для забезпечення належної якості виконання технологічної операції.

Також, інформаційно-технічна система локального оперативного моніторингу варіабельності агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь при розміщенні на машинно-тракторному агрегаті дає можливість забезпечити локально-стрічкове диференційованого внесення технологічного матеріалу (насіння, добрив) за допомогою спеціального пристрою індивідуального приводу робочих елементів машини для внесення технологічного матеріалу (насіння, добрива), на основі даних отриманих шляхом вимірюванням вмісту поживних речовин у ґрунті (реєстрація електропровідних властивостей ґрунту сенсор-електродами), які розміщується попереду транспортного засобу на підвісці під час виконання технологічної операції, що дає можливість забезпечити оптимальну норму внесення поживних речовин у ґрунт з використанням даних від такої систем (рис. 2).

Дана задача вирішується шляхом використання машини для локально-стрічкового диференційованого внесення технологічного матеріалу з спеціальним пристроєм індивідуального приводу робочих елементів машини для внесення мінеральних добрив та пристроями для моніторингу варіабельності параметрів сільськогосподарського поля, на основі даних отриманих шляхом вимірюванням вмісту поживних речовин у ґрунті (реєстрація електропровідних властивостей ґрунту сенсор-електродами), який розміщуються спереду на транспортному засобі під час виконання технологічної операції. Сигнал від даних інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторингу варіабельності агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь потрапляє на контролер, що керує роботою спеціального пристрою індивідуального приводу робочих елементів машини для внесення мінеральних добрив, при цьому можливий запис даних у вигляді електронної карти на PC card з магнітним носієм від пристрою для моніторингу стану ґрунту та рослинності (картограма завдання) та реалізація локально-стрічкового диференційованого внесення технологічного матеріалу (насіння, добрив) (картограма реалізація), що дає можливість забезпечити оптимальну норму внесення поживних речовин у ґрунт з використанням даних від двох систем моніторингу (рис. 2).

На рис. 2 зображено загальний вигляд машини для локально-стрічкового диференційованого внесення мінеральних добрив з інформаційно-технічною системою локального оперативного моніторингу варіабельності параметрів сільськогосподарського поля.

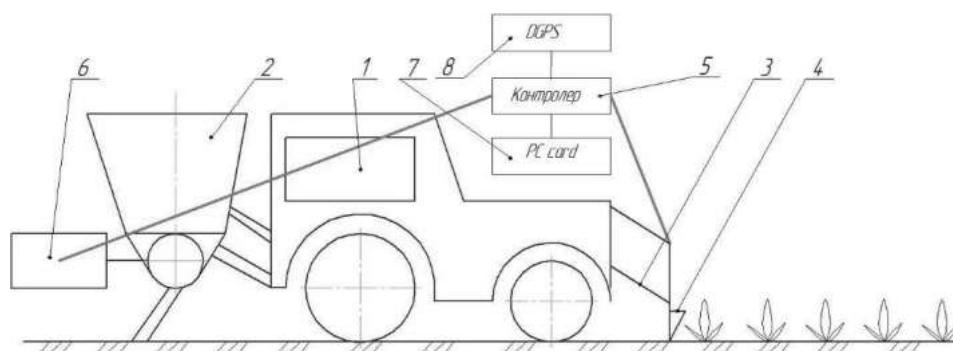


Рис. 2. Зображено загальний вигляд машини для локально-стрічкового диференційованого внесення мінеральних добрив з інформаційно-технічною системою локального оперативного моніторингу варіабельності параметрів сільськогосподарського поля

Пристрій складається з транспортного засобу 1, машини для внесення технологічного матеріалу 2, що розміщується позаду транспортного засобу 1, пристрою для моніторингу варіабельності параметрів сільськогосподарського поля - інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторингу варіабельності агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь 4, яка розміщена на підвісці 3, і розміщуються спереду на транспортному засобу 1, контролера 5, спеціального

пристрою індивідуального приводу робочих елементів машини для внесення технологічного матеріалу 6, PC card з магнітним носієм 7, приймача сигналів супутникової навігаційної системи DGPS 8.

Пристрій працює наступним чином: при переміщенні транспортного засобу 1 з машиною для внесення технологічного матеріалу (насіння, добрива) 2, що розміщується позаду транспортного засобу 1, інформаційно-технічна система локального оперативного моніторингу варіабельності агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь проводить вимірювання вмісту поживних речовин у ґрунті (реєстрація електропровідних властивостей ґрунту сенсор-електродами) робочими електродами 4, які розміщуються на підвісці 3, і розміщуються спереду транспортного засобу, що забезпечує проведення оперативного локального моніторингу стану сільськогосподарських угідь. Контролер 5 отримує дані від пристроїв для моніторингу варіабельності параметрів сільськогосподарського поля та керує спеціальним пристроєм індивідуального приводу робочих елементів машини для внесення мінеральних добрив 6. Дані отримані від пристроїв для моніторингу записуються у вигляді електронної карти на PC card з магнітним носієм 7 з прив'язкою до координат місцезнаходження за допомогою системи DGPS 8. На PC card з магнітним носієм електронної карти 7 можливий запис даних від пристроїв для моніторингу (картограма завдання) та реалізації змінних норм внесення мінеральних добрив (технологічного матеріалу) – електронна карта (картограма реалізація).

Розглянемо зусилля, які діють у стержнях інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторингу варіабельності агробіологічного стану ґрунтового середовища та її динамічну модель для з'ясування оптимальних механіко-конструктивних параметрів системи та динамічних характеристик агробіологічного стану сільськогосподарських угідь.

Задані наступні параметри підвіски (рис. 3):

$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8$ - конструктивні лінійних розмірів;

$\alpha, \beta, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \gamma$ - кути розміщення відповідних робочих елементів;

$N_{\tau 1}, N_{n1}, N_{\tau 2}, N_{n2}, N_{\tau 3}, N_{n3}, N_{1R}$ і N_{2r} – сили реакції опор;

F_1, F_2, F_3, F_4, F_5 - реакції опор у вигляді статичних сил (у рамних елементах конструкції);

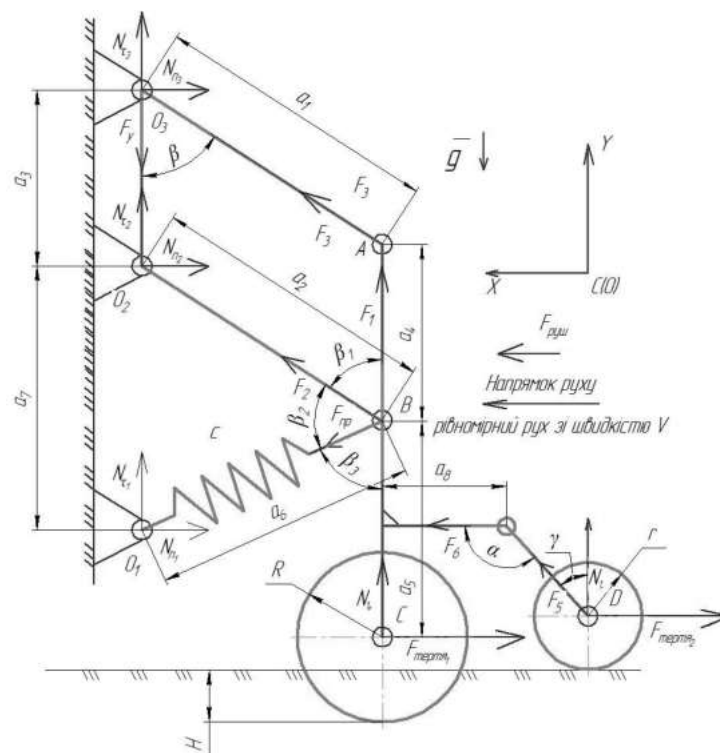


Рис. 3. Розрахункова схема підвіски та розміщення робочих електродів інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторингу варіабельності агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь

F_{np} - одна пружна сила.

$$F_{np} = c \cdot \Delta l; \tag{1}$$

Δl ; - деформація (розтяг/стиск) первісної довжини a_6 .

У кожній точці обертання: C й D коліс діють сили тертя кочення:

$$F_{\text{тертя}_1} = k_1^{(R)} \cdot N_{1R}, F_{\text{тертя}_2} = k_2^{(r)} \cdot N_{2r} \tag{2}$$

де $k_1^{(R)}$, $k_2^{(r)}$ – коефіцієнти тертя кочення, які є функціями (R й r), відповідно.

У точках O_1 , O_2 , O_3 – закріплення рам конструкції діють сили реакції опор: нормальна, й потенціальна.

$$O_1 : (N_{1n}, N_{1\tau}); O_2 : (N_{2n}, N_{2\tau}); O_3 : (N_{3n}, N_{3\tau});$$

.....ТИПОВИЙ МАЛЮНОК;

$$\gamma = \alpha - 90^\circ \quad F_5 = N_{2r} \cdot \cos \gamma; \quad F_6 = F_5 \cdot \cos(180^\circ - \alpha) = -F_5 \cdot \cos \alpha. \tag{3}$$

Отже,

$$F_5 = N_{2r} \cdot \cos(\alpha - 90^\circ) = N_{2r} \cdot \cos(\alpha - 90^\circ) = N_{2r} \cdot \sin \alpha;$$

$$F_6 = F_5 \cdot (-1) \cdot \cos \alpha = -N_{2r} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = -\frac{N_{2r}}{2} \cdot \sin 2\alpha. \tag{4}$$

де

$$F_5 = N_{2r} \cdot \sin \alpha; \quad F_6 = -\frac{N_{2r}}{2} \cdot \sin 2\alpha \quad F_{np} = c \cdot \Delta l; \tag{5}$$

Для введених кутів (див. рис. 1) β_1 й β_2 маємо:

$$a_3^2 + a_1^2 - 2 \cdot a_3 \cdot a_1 \cdot \cos \beta = a_4^2 + a_2^2 - 2 \cdot a_4 \cdot a_2 \cdot \cos \beta_1;$$

$$\frac{a_n^2 + a_2^2 - a_3^2 + 2 \cdot a_3 \cdot a_1 \cdot \cos \beta}{2 \cdot a_4 \cdot a_2} = \cos \beta_1; \Leftrightarrow \beta_1 = \arccos\left(\frac{a_4^2 + a_2^2 - a_3^2 - a_1^2 + 2a_3 \cdot a_1 \cdot \cos \beta}{2 \cdot a_4 \cdot a_2}\right), \tag{6}$$

$$a_2^2 + a_6^2 - 2 \cdot a_2 \cdot a_6 \cdot \cos \beta_2 = a_7^2; \Leftrightarrow 2 \cdot a_2 \cdot a_6 \cdot \cos \beta_2 = a_2^2 + a_6^2 - a_7^2;$$

$$\cos \beta_2 = \frac{a_2^2 + a_6^2 - a_7^2}{2 \cdot a_2 \cdot a_6}; \Leftrightarrow \beta_2 = \arccos\left(\frac{a_2^2 + a_6^2 - a_7^2}{2 \cdot a_2 \cdot a_6}\right).$$

Кут β_3 (див. рис. 4) знаходимо зі співвідношення:

$$\beta_3 = 180^\circ - \beta_1 - \beta_2 \tag{7}$$

Рівновага системи сил вздовж вісі OX :

$$F_{руш} - F_{\text{тертя}_1} - F_{\text{тертя}_2} - N_{n1} - N_{n2} - N_{n3} + F_6 + F_5 \cdot \sin \gamma + F_3 \cdot \sin \beta + F_2 \cdot \sin \beta_1 + c \cdot \Delta l \cdot \sin \beta_3 = 0 \tag{8}$$

Рівновага системи сил вздовж вісі OY :

$$-M \cdot g + F_1 + N_{1R} + N_{2r} + F_5 \cdot \cos \gamma - F_4 + F_3 \cdot \cos \beta + F_2 \cdot \cos \beta_1 - c \cdot \Delta l \cdot \cos \beta_3 + N_{\tau 1} + N_{\tau 2} + N_{\tau 3} = 0; \tag{9}$$

де M - маса інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторингу агробіологічного стану сільськогосподарських угідь.

Вважаємо сили N_n й N_τ заданими (нормованими). Тоді:

14. Бурачек В.Г., Железняк О.О., Зацерковний В.І. Геоінформаційний аналіз просторових даних: монографія. . – Ніжин: ТОВ “Видавництво “Аспект-Поліграф”, 2011. – 440с.
15. Масло І.П., Мироненко В.Г. Автоматизована система локально-дозованого внесення добрив і хімічних засобів захисту рослин. УААН: Розробки-виробництву. К.: Аграрна наука, 1999. –С.348–349.
16. Броварець О.О. Математичні моделі для визначення площі контактів робочих електродів технічної системи оперативного моніторингу варіабельності агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь / Броварець О.О. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: «Механіко-технологічні системи та комплекси». – 2017. – №19 (1241) 2017. – с. 94 – 102.

УДК 656.02

В.П. СЛАВИЧ, А.В. ДЕРБЕДЕНСВ
Херсонський національний технічний університет**МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАТОРУ ТА
ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ЙОГО ПОДОЛАННЯ**

Щороку проблеми моделювання транспортних потоків стають все більш актуальними, оскільки пов'язані з неухильним зростанням кількості транспортних засобів на дорогах. Метою роботи є розробка моделі, за допомогою якої можна визначати час, за який транспортний засіб, що потрапляє до мережі, на ділянці якої виникла перешкода, покине зону затору. При цьому зазначеною перешкодою може бути аварійний транспортний засіб, що вимушений зупинитись на смузі руху або пошкодження дорожнього покриття. Внаслідок чого із часом і виникають довгі транспортні черги, при чому дану зону затору є можливість об'їжджати через зустрічну смугу, але для цього необхідно пропускати зустрічний транспортний потік. При моделюванні використовувався дискретний підхід, при якому транспортна мережа представляє собою сукупність послідовних клітинок, кожна з яких може бути заповнена, якщо в ній знаходиться транспортний засіб, та вільною, якщо автомобіля в ній немає, що графічно пояснюється зафарбованістю клітинки. Для спрощення було припущено, що транспортний потік рухається групами окремих автомобілів. Модель визначення часу будується поетапно індуктивним методом, спочатку виводячи залежність для першого автомобіля першої групи, потім для всіх наступних автомобілів цієї групи. Далі виводяться аналогічні залежності для автомобілів другої та всіх наступних груп. Параметрами моделі є довжини груп автомобілів в прямому та зворотному напрямках, відстані між групами, розміри клітинок, час, за який один автомобіль переміщується в наступну клітинку. На практиці отримані залежності можна використовувати для визначення часу подолання зони затору, для чого необхідно встановити до якої групи відносяться певний автомобіль і яким за порядковим номером він є в цій групі, після чого застосувати відповідну залежність. Отримавши значення часу його доцільно порівняти із часом руху альтернативним шляхом та обрати найбільш швидкий маршрут до місця призначення, що особливо важливим є для автомобілів спеціального призначення (швидка допомога, поліція, пожежна безпека та ін.).

Ключові слова: транспортний потік, затор, групи, клітинкова модель.

В.П. СЛАВИЧ, А.В. ДЕРБЕДЕНСВ
Херсонський національний технічний університет**МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАТОРА И
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ЕГО ПРЕОДОЛЕНИЯ**

Ежегодно проблемы моделирования транспортных потоков становятся все более актуальными, поскольку связаны с неуклонным ростом количества транспортных средств на дорогах. Целью работы является разработка модели, с помощью которой можно определять время, за которое транспортное средство, которое попадает в сеть, на участке которой возникло препятствие, покинет зону затора. При этом указанным препятствием может быть аварийное транспортное средство, вынужденное остановиться на полосе движения или повреждения дорожного покрытия. В результате чего со временем и возникают длинные транспортные очереди, причем данную зону пробки есть возможность объезжать через встречную полосу, но для этого необходимо пропускать встречный транспортный поток. При моделировании использовался дискретный подход, при котором транспортная сеть представляет собой совокупность последовательных ячеек, каждая из которых может быть заполнена, если в ней находится транспортное средство, и свободной, если автомобиля в ней нет, графически объясняется окрашенностью клетки. Для упрощения было предположено, что транспортный поток движется группами отдельных автомобилей. Модель определения времени строится поэтапно индуктивным методом, сначала выводятся зависимости для первого автомобиля первой группы, затем для всех последующих автомобилей этой группы. Далее выводятся аналогичные зависимости для автомобилей второй и последующих групп. Параметрами модели являются длины групп автомобилей в прямом и обратном направлениях, расстояния между группами, размеры ячеек, время, за которое один автомобиль перемещается в следующую клетку. На практике полученные зависимости можно использовать для определения времени прохождения зоны затора, для чего необходимо установить к какой группе относятся определенный автомобиль и под каким порядковым номером он в этой группе, после чего применить соответствующую зависимость. Получив значение времени его целесообразно сравнить со временем движения альтернативным путем и выбрать

наиболее быстрый маршрут к месту назначения, это особенно важно для автомобилей специального назначения (скорая помощь, полиция, пожарная безопасность и др.).

Ключевые слова: транспортный поток, затор, группы, клеточная модель.

V.P. SLAVICH, A.V. DERBEDENEV
Kherson National Technical University

MODEL OF FUNCTIONING OF TRAFFIC JAM AND DEFINING THE TIME OF ITS OVERCOMING

Each year, problems in modeling transport flows are becoming more and more relevant as they are associated with a steady increase in the number of vehicles on the roads. The purpose of the work is to develop a model that allows you to determine the time at which a vehicle entering the network on an area that has an obstacle will leave the tidal zone. In this case, an obstacle may be an emergency vehicle, which is forced to stop in the traffic lane or damage the road surface. As a result, with time and there are long transport queues, at which the given zone of inundation is an opportunity to travel around the oncoming lane, but for this purpose it is necessary to miss the oncoming traffic flow. In the simulation, a discrete approach was used in which the transport network is a set of consecutive cells, each of which can be filled, if there is a vehicle in it, and free if there is no car in it, which is graphically explained by the color of the cell. For simplicity it was assumed that the traffic flow is driven by groups of individual cars. The time definition model is based on a step-by-step inductive method, initially deducing the dependence on the first car of the first group, then on all subsequent cars of this group. Below are shown the same dependencies for cars of the second and all subsequent groups. The parameters of the model are the lengths of the groups of cars in the forward and reverse directions, the distance between the groups, the size of the cells, the time for which one car moves into the next cell. In practice, the resulting dependencies can be used to determine the time to overcome the zoot zone, which requires to determine which group is a particular car and which serial number it is in this group, and then apply the appropriate dependence. It is advisable to compare the time value of the time with the alternative route and choose the fastest route to the destination, which is especially important for special purpose vehicles (ambulance, police, fire safety, etc.).

Keywords: traffic flow, traffic jam, groups, cell model.

Постановка проблеми

Постійні транспортні затори, які приводять до забруднення навколишнього середовища та витрачання енергетичних ресурсів, призвели до необхідності швидкого поширення та будівництва дорожніх мереж у багатьох містах світу. У даній статті наведена модель визначення часу подолання зони затору транспортним засобом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У різні періоди вирішенню завдань підвищення безпеки руху були присвячені роботи В. Ф. Бабкова, Д. В. Капського, Є.В. Любого та Ю.А. Врубеля [1-5].

Формулювання мети дослідження

Метою роботи є розробка моделі визначення часу, за який транспортний засіб, що потрапляє до мережі, на ділянці якої виникла перешкода, покине зону затору.

Викладення основного матеріалу дослідження

Основою моделювання є дискретний підхід. Вважаємо, що транспортна мережа уявляє собою сукупність послідовних клітинок, кожна з яких може бути заповнена, якщо в ній знаходиться транспортний засіб, та вільною, якщо автомобіля в ній немає. Розміри клітинок однакові і дорівнюють динамічному габариту будь-якого автомобіля, оскільки вони наведені у зведених одиницях.

Автомобілі пересуваються із клітинки в клітинку по чергово із заданою швидкістю, причому переміщення в наступну клітинку можливо лише за умови, якщо вона вільна.

Кожен наступний автомобіль, що прибуває досистеми, потрапляє у вільну клітинку, розташовану через одну від останнього в черзі автомобіля.

Нехай в деякий початковий момент часу t_0 виникла перешкода, позначимо цю через \boxtimes клітку.

Будемо вважати для спрощення, що автомобілі рухаються групами, з однаковими інтервалами між групами і однаковими довжинами груп.

Дане припущення природне, тому що на практиці автомобілі дійсно рухаються групами, оскільки на дорозі є світлофори, які при загоранні червоного світла відділяють певні групи автомобілів.

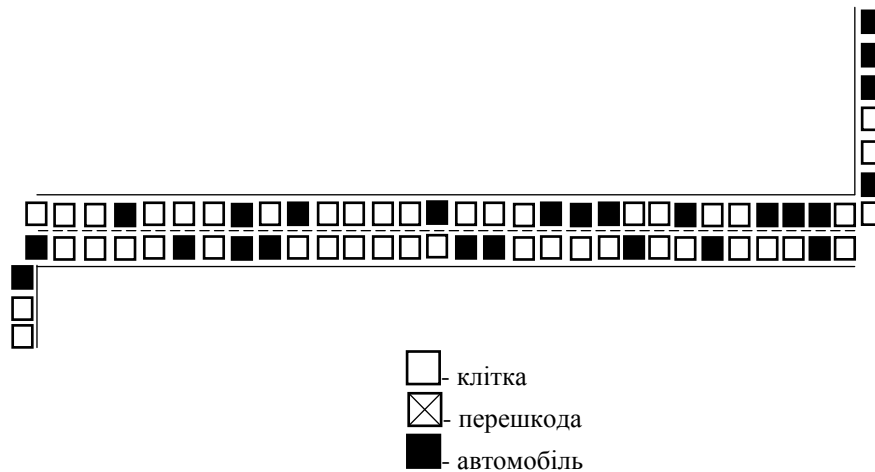


Рис. 1. Транспортна мережа до виникнення перешкоди

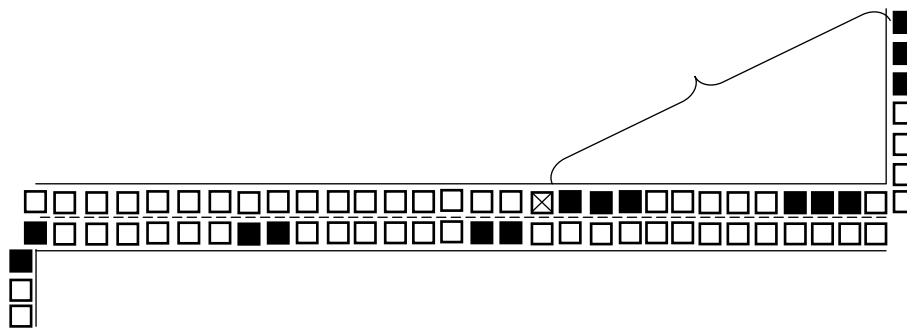


Рис. 2. Транспортна мережа після виникнення перешкоди

Вхідні параметри моделі:

- n_1 - кількість автомобілів в групі (I)
- n_2 - кількість автомобілів в групі (II)
- m_1 - відстань між групами (I)
- m_2 - відстань між групами (II)
- Δt - час за який автомобіль пройде одну клітку

В початковий момент часу групи автомобілів будуть розташовані безпосередньо перед кліткою з перешкодою, якщо це не так і групи розташовані на деякій відстані від клітки з перешкодами, то з зсувом на зазначеній відстані даний випадок може бути зведений до запропонованого.

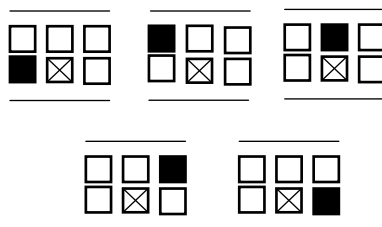


Рис. 3. Схема маневру подолання автомобілем перешкоди

Маневр буде займати час, що дорівнює $n\Delta t$.

Виведемо залежності, що визначають час подолання затору автомобілями першої групи, ці величини будуть визначатись системами, оскільки на них впливають довжини черг, груп автомобілів обох смуг на відстані між групами.

Побудова моделі знаходження часу подолання затору автомобілями першої групи:

Час подолання затору першим автомобілем першої групи визначається із виразу

Може подолати перешкоду після того, якщо І група зустрічної смуги покине проекцію перешкоди і знаходитиметься за формулою:

$$T_1^1 = (n_2 + 5)\Delta t$$

Час подолання затору n-им автомобілем першої групи визначається із виразу T_1^{n1} .

Для нього можливо три випадки:

- 1) він встигає з першими двома; або він не встигає з першим, але встигає з другим автомобілем;
- 2) він не з ким не встигає.

$$T_1^{n1} = \begin{cases} (n_2 + n_1 + 4)\Delta t, & \text{якщо } m_2 > n_1 + 3\Delta t \\ (2n_2 + m_2 + 5)\Delta t, & \text{якщо } m_2 = n_1 + 3\Delta t \\ (3n_2 + 2m_2 + 5)\Delta t, & \text{якщо } m_2 = n_1 + 2\Delta t \\ \dots \\ (n_1 n_2 + (n_1 - 1)m_2 + 5)\Delta t, & \text{якщо } m_2 = 5\Delta t \end{cases}$$

Побудова моделі знаходження часу подолання затору автомобілями k-ої групи.

Час подолання затору n-им автомобілем k-ої групи знаходиться із виразу:

$$T_k^{n1} = \begin{cases} T_{k-1}^{2* n1}, & \text{якщо } (m_1 + n_1)(k-1) + n_1 - 1 \leq \frac{T_{k-1}^{n1} - 3\Delta t}{\Delta t} \\ (Z_k + n_2 + n_1 + 4) \cdot \Delta t, & \text{якщо } \begin{cases} (m_1 + n_1)(k-1) + n_1 - 1 > \frac{T_{k-1}^{n1} - 3\Delta t}{\Delta t} \\ m_2 > n_1 + 3 \end{cases} \\ (Z_k + 2n_2 + m_2 + 5) \cdot \Delta t, & \text{якщо } \begin{cases} (m_1 + n_1)(k-1) + n_1 - 1 > \frac{T_{k-1}^{n1} - 3\Delta t}{\Delta t} \\ m_2 = n_1 + 3 \end{cases} \\ (Z_k + 3n_2 + 2m_2 + 5) \cdot \Delta t, & \text{якщо } \begin{cases} (m_1 + n_1)(k-1) + n_1 - 1 > \frac{T_{k-1}^{n1} - 3\Delta t}{\Delta t} \\ m_2 = n_1 + 2 \end{cases} \\ \dots \\ (Z_k + n_1 \cdot n_2 + (n_1 - 1) \cdot m_2 + 5) \cdot \Delta t, & \text{якщо } \begin{cases} (m_1 + n_1)(k-1) + n_1 - 1 > \frac{T_{k-1}^{n1} - 3\Delta t}{\Delta t} \\ m_2 = 5 \end{cases} \end{cases}$$

де параметр Z_k знаходиться із виразу:

$$Z_k = \begin{cases} (n_1 + m_1)(k-1), \text{ якщо } \left[\frac{(n_1 + m_1)(k-1)}{n_2 + m_2} \right] = 0 \\ (n_1 + m_1)(k-1) - \left\{ \frac{(n_1 + m_1)(k-1)}{n_2 + m_2} \right\}, \text{ якщо } \left\{ \frac{(n_1 + m_1)(k-1)}{n_2 + m_2} \right\} < n_2 \\ (n_1 + m_1)(k-1) + n_2 + m_2 - \left\{ \frac{(n_1 + m_1)(k-1)}{n_2 + m_2} \right\}, \text{ якщо } \left\{ \frac{(n_1 + m_1)(k-1)}{n_2 + m_2} \right\} > n_2 \end{cases}$$

Висновки

Таким чином, в даній роботі запропоновано модель визначення часу подолання зони транспортного затору для будь-якого автомобіля, що рухається у транспортному потоці, який представляє собою послідовність груп. За допомогою встановленого часу, шляхом порівняння із часом руху альтернативним шляхом, водій може обирати більш швидкий маршрут до місця призначення.

Список використаної літератури

1. Бабков В. Ф., Андреев О. В. Проектирование автомобильных дорог. Ч. П: Учебник для вузов по специальностям «Автомобильные дороги» и «Мосты и тоннели». — М.: Транспорт, 1979, 407 с.
2. Врубель Ю. А. Разработка программного комплекса по расчету потерь на локальном перекрестке со светофорным регулированием / Ю. А. Врубель, Д.В. Капский, В.В. Мочалов // Наука – образованию, производству, экономике: материалы Восьмой междунар. науч.-техн. конф. : в 4 т. / Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск, 2010. – Т.3. – С. 90-91.
3. Капский Д. В. Очаговый анализ аварийности – основа аудита безопасности дорожного движения / Д. В. Капский // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах : сб. докл. девятой междунар. научн.-практ. конф., Санкт-Петербург, 23-24 сент. 2010 г. / СПбГАСУ . – СПб., 2010. – С. 498-503.
4. Любий Є.В. Транспортне планування міст: сучасні інструменти транспортного моделювання автотранспортних систем / Є.В. Любий, Н.В. Пономарьова, О.С. Чернишова // Комунальне господарство міст. – Х.: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2016. – Вип. 128. – С. 76-82.
5. Славич В.П., Клеймьонов А.Г. Модель визначення довжини черги транспортних засобів при виникненні перешкоди на смузі руху // Вісник ХНТУ. – Херсон, 2016. - №2(57). – С. 188 – 193.

**ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ
ТА КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

УДК 514.18

В.М. ВЕРЕЩАГА, К.Ю. ЛИСЕНКО

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького

**КОМПОЗИЦІЙНА ІНТЕРПОЛЯЦІЯ КРИВИМИ БАЛЮБИ
ПРОСТОРОВОЇ ДИСКРЕТНО ПОДАНОЇ КРИВОЇ**

Як правило, застосування високотехнологічного обладнання є ефективним, коли суб'єкти господарювання мають систему керування цим обладнанням. Функціонування такого обладнання визначається достатньо великою кількістю факторів технологічних процесів, які постійно змінюються і які необхідно враховувати щодня для прийняття управлінських рішень, застосовуючи, при цьому, комп'ютери поширеної комплектації. При цьому, особа, що приймає рішення не повинна мати спеціальної математичної підготовки. Математичні методи мають бути «чорною скринькою» і, у той же час, у системі керування технологічними процесами підмоделі мають бути побудованими на засадах одного способу. Створювана модель має бути розрахованою на щоденне використання з метою аналізу і розв'язання багатфакторних задач, які враховують сотні факторів і якісний аналіз яких підвищує ефективність функціонування об'єкту.

Створення методу моделювання, здатного враховувати вимоги, що наведені вгорі, є проблемою. Показано, що у традиційних методах інтерполяції просторових дискретно поданих кривих (ДПК) вихідні точки віднесено до обраної системи координат. В результаті чого, будь-яка поточна точка кривої, що інтерполює ДПК, також визначається у обраній вихідній системі координат.

У методі композиційної інтерполяції точки вихідної ДПК задані у довільно обраній системі координат. Однак, розв'язок, щодо знаходження поточної точки на інтерполяційній кривій Балюби (Б-кривій), подається відносно базисних точок вихідної ДПК.

Надано приклади уніфікації вихідної ДПК з використанням композиційних матриць точкових та параметричних.

Показано, що Б-крива подається у параметричній формі, параметрами якої є координати Балюби-Найдиша (БН-координати), що визначають на Б-кривій положення будь-якої поточної точки відносно базисних точок просторової ДПК.

Ключові слова: композиційна інтерполяція, просторова ДПК, Б-крива, БН-координати.

В.М. ВЕРЕЩАГА, К.Ю. ЛЫСЕНКО

Мелітопольский государственный педагогический университет имени Богдана Хмельницкого

**КОМПОЗИЦИОННАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ КРИВЫМИ БАЛЮБИ
ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИСКРЕТНО ЗАДАННОЙ КРИВОЙ**

Как правило, применение високотехнологического оборудования является эффективным, когда субъекты хозяйствования имеют систему управления этим оборудованием. Функционирование такого оборудования определяется достаточно большим количеством факторов технологических процессов, которые постоянно меняются и которые необходимо учитывать ежедневно для принятия управленческих решений, применяя при этом, компьютеры распространенной комплектации. При этом, лицо, принимающее решение не должно иметь специальной математической подготовки. Математические методы должны быть «черным ящиком» и, в то же время, в системе управления технологическими процессами подмоделей должны быть построенными на основе одного способа. Создаваемая модель должна быть рассчитанной на ежедневное использование с целью анализа и решения многофакторных задач, которые учитывают сотни факторов и качественный анализ которых повышает эффективность функционирования объекта.

Создание метода моделирования, способного учитывать требования, приведенные вверху, является проблемой. Показано, что в традиционных методах интерполяции пространственных дискретно представленных кривых (ДПК) исходные точки отнесены к выбранной системы координат. В результате чего, любая текущая точка кривой, интерполирует ДПК, также определяется в выбранной исходной системе координат.

В методе композиционного интерполяции точки исходной ДПК заданные в произвольно

выбранной системе координат. Однако, решение, о нахождении текущей точки на интерполяционной кривой Балуба (B-кривой), подается относительно базисных точек исходной ДПК.

Даны примеры унификации исходной ДПК с использованием композиционных матриц точечных и параметрических.

Показано, что B-кривая подается в параметрической форме, параметрами которой есть координаты Балуба-Найдиша (БН-координаты), определяющие на B-кривой положение любой текущей точки относительно базисных точек пространственной ДПК.

Ключевые слова: композиционная интерполяция, пространственная ДПК, B-кривая, БН-координаты.

V. VERESCHAGA, K. LYSENKO

Melitopol State Pedagogical University named after Bogdan Khmelnytsky

COMPOSITIVE INTERPOLATION OF THE CURVE OF THE SPACE DISCRETE OF THE CURRENT CRUISES

Typically, the use of high-tech equipment is effective when businesses have a management system for this equipment. The operation of such equipment is determined by a sufficiently large number of factors of constantly changing technological processes, which must be taken into account daily for the adoption of managerial decisions, while using computers with a common set of equipment. In this case, the decision maker should not have special mathematical training. Mathematical methods should be a "black box" and, at the same time, in the control system of technological processes, submodels should be built on the principles of one method. The created model should be designed for daily use in order to analyze and solve multifactor problems, which take into account hundreds of factors and the qualitative analysis of which increases the efficiency of the operation of the object.

It is shown that in the traditional methods of interpolation of spatial discretely presented curves (DCC), the source points are assigned to the selected coordinate system. As a result, any current point of the curve interpolating the DCC is also determined in the selected initial coordinate system.

In the method of composite interpolation, the points of the source DCC are given in an arbitrarily chosen coordinate system. However, the solution to finding the current point on the interpolation curve of Baluba (B-curve) is given relative to the basic points of the initial DCC.

Examples of unification of output DCC using composite point and parametric matrices are given.

It is shown that B-curve is presented in a parametric form, whose parameters are the coordinates of the Baluba-Naidysh (BN-coordinates), which determine the position of any current point on the B-curve relative to the basic points of the spatial DCC.

Keywords: composite interpolation, spatial DCC, B-curve, BN-coordinates.

Постановка проблеми

Наразі, у більшій мірі, є ефективними суб'єкти господарювання, що мають високотехнологічне обладнання на виробництвах. Як правило, ефективність функціонування такого обладнання визначається достатньо великою кількістю факторів технологічних процесів, які необхідно, в умовах системи керування виробництвом, враховувати, аналізувати, переналаштовувати, змінювати, замінювати, тощо. І все це треба виконувати в рамках робочого місця особи, що приймає рішення (ОПР) на комп'ютерах середньої потужності, які розповсюджені на виробництвах. При цьому, ОПР не повинна мати спеціальної математичної підготовки. Математичні методи побудови моделей для будь-якого рівня ієрархії структури мають бути віддаленими від ОПР і знаходитись в межах програмного забезпечення, до якого ОПР не повинна мати відношення. Окрім цього, математична модель будь-якого процесу мусить мати модульну структуру, а моделі кожного з модулів мають бути однаковими – однотипними, тобто побудованими на засадах одного математичного методу. Створювані системи керування об'єктами, мають бути розрахованими на щоденне розв'язання задач для прийняття керівництвом більш вмотивованих рішень з метою підвищення ефективності функціонування об'єкту. Створення методу моделювання, здатного розв'язати завдання, сформульовані вгорі, є проблемою, шляхи до вирішення якої будуть показати у цій статті.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Композиційна інтерполяція просторових ДПК базується на засадах точкового числення Балуби-Найдиша (БН-числення) з використанням БН-координат та метричного оператора трьох точок. Породжувачами точкового БН-числення є Балуба І.Г. та Найдиш В.М. [7, 8], яке ними почало розроблятися з 1985-90-го років минулого століття і наразі продовжує розвиватися їхніми учнями та послідовниками [6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16].

Точкове БН-числення – це геометрія відношень частки геометричної фігури (ГФ) до цілої ГФ,

яке підкорюється властивостям простого відношення трьох точок прямої [17].

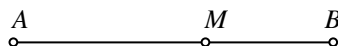


Рис. 1. Визначення БН-координат для прямої

Наприклад, (рис. 1) для прямої параметри p_A та p_B визначаються як відношення:

$$p_A = \frac{MB}{AB}; p_B = \frac{AM}{AB}, \quad (1)$$

які являють собою БН-координати прямої AB , а її рівняння, у точковій формі, маємо записати наступним чином:

$$M = Ap_A + Bp_B, \quad (2)$$

де поточна точка M , положення якої на прямій AB визначається частками від одиниці – p_A та p_B . Параметри p_A та p_B нами названо [6, 11] координатами Балюби-Найдиша (БН-координатами), сума яких завжди має дорівнювати одиниці: $p_A + p_B = 1$. А точкове рівняння (2) є рівнянням Б-кривої, у якому поточна точка M визначена, за допомоги БН-координат, відносно базисних точок A та B .

Якщо обидві БН-координати є додатно орієнтованими, то поточна точка M знаходиться всередині відтинку (AB). Якщо p_A – від'ємно орієнтована, то поточна точка M – справа від точки B на прямій AB . У разі, коли БН-координата p_B – від'ємно орієнтована, то поточна точка M знаходиться зліва від точки A .

У цьому випадку точки A та B визначаються базисними, а положення поточної точки M на прямій AB визначається відносно базисних точок, а не відносно системи координат, в якій знаходиться пряма AB .

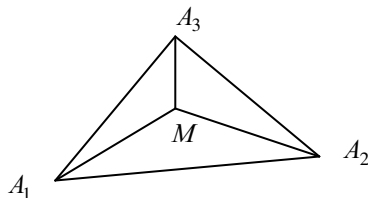


Рис. 2. Параметризація площини

Наведемо один з прикладів параметризації площини [6, 7, 8, 11] (рис. 2), у якому БН-координати визначаються як відношення площ:

$$p_1 = \frac{S_{MA_2A_3}}{S_{A_1A_2A_3}}; p_2 = \frac{S_{A_1MA_3}}{S_{A_1A_2A_3}}; p_3 = \frac{S_{A_1A_2M}}{S_{A_1A_2A_3}} \quad (3)$$

Тоді положення поточної точки відносно базисних точок A_1, A_2, A_3 визначатиметься за точковим рівнянням:

$$M = A_1p_1 + A_2p_2 + A_3p_3 \quad (4)$$

Точкові рівняння (2) та (4) є формалізованими, за їх схемою утворюються розрахункові координатні рівняння:

а) для прямої	б) для площини
$x_M = x_A \cdot p_A + x_B \cdot p_B$	$x_M = x_1 \cdot p_1 + x_2 \cdot p_2 + x_3 \cdot p_3$
$y_M = y_A \cdot p_A + y_B \cdot p_B$	$y_M = y_1 \cdot p_1 + y_2 \cdot p_2 + y_3 \cdot p_3$
$z_M = z_A \cdot p_A + z_B \cdot p_B$	$z_M = z_1 \cdot p_1 + z_2 \cdot p_2 + z_3 \cdot p_3$

В усіх наведених координатних рівняннях параметри – БН-координати є сталими через те, що вони за сутністю своєю є простим відношенням трьох точок, яке є інваріантом паралельного проектування.

У відповідності до [8] метричний оператор трьох точок (МОТТ) є число, яке обчислюється для трьох точок і однозначно відповідає взаємному розташуванню цих точок у геометричній фігурі (ГФ).

МОТТ у точковому БН-численні є аналогом скалярного добутку у векторному численні схему обчислення МОТТ надано на рис. 3.

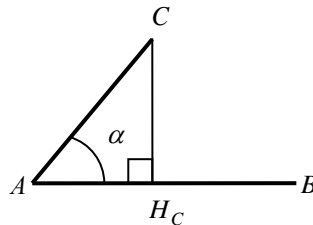


Рис. 3. Схема для обчислення МОТТ

Позначається МОТТ, для схеми на рис. 3, символом Σ_{BC}^A (читається: сигма BC з вершиною A).

$$\Sigma_{BC}^A = (BA) \cdot (CA) \cdot \cos \alpha = \Sigma(B-A) \cdot (C-A), \text{ де} \quad (6)$$

$(BA) \cdot (CA) \cdot \cos \alpha$ – геометрична форма подання МОТТ;

$\Sigma(B-A) \cdot (C-A)$ – точкова форма подання МОТТ.

Точкова форма подання МОТТ є формалізованим записом, який вказує на алгоритм виконання відповідних дій з координатами вказаних точок. Покажемо розкриття форми точкової у координатну:

$$\Sigma_{BC}^A = \Sigma(B-A) \cdot (C-A) = \sum_{i=1}^n (i_B - i_A) \cdot (i_C - i_A), \quad (7)$$

де i – номери координат, вказаних у індексах точок.

Якщо для обчислення скалярного добутку двох векторів використовуються координати їх початкової та кінцевої точок, то у МОТТ використовуються довжини відповідних відтинків безвідносно до вихідної системи координат.



Рис. 4. Особливий випадок МОТТ

У разі, коли точки B і C співпадають (рис. 4), то три точки утворюють подвійний відтинець $(AB) = (AC)$. Тоді маємо записати МОТТ:

$$\Sigma_{BB}^A = \Sigma(B-A)^2 = \sum_{i=1}^n (i_B - i_A)^2, \text{ або } \Sigma_{CC}^A = \Sigma(C-A)^2 = \sum_{i=1}^n (i_C - i_A)^2, \text{ де} \quad (8)$$

$i = \overline{1, n}$ – цілі числа, що вказують на номер координат відповідних точок, вказаних у індексах.

МОТТ (8) визначають квадрат довжини відтинку $(AB) : (AC)$ у n -мірному просторі. Тоді довжину цих відтинків дістанемо:

$$(AB) = \sqrt{\Sigma_{BB}^A}; \quad (AC) = \sqrt{\Sigma_{CC}^A} \quad (9)$$

Проведений аналіз досліджень, вказує на можливість застосування МОТТ для композиційної інтерполяції просторової ДПК.

Формулювання мети дослідження

Розробити метод композиційної інтерполяції для просторової ДПК з використанням МОТТ.

Викладення основного матеріалу дослідження

Нехай у довільній системі координат тривимірного простору E^3 обрано чотири L -значні (для $L = \overline{1, n}$) точки A_i для $i = \overline{1, 4}$, що не належать одній площині, які визначають вихідну просторову ДПК (рис. 5). Необхідно побудувати просторову Б-криву, яка глобально композиційно інтерполувала б вихідні точки A_i для $i = \overline{1, 4}$.

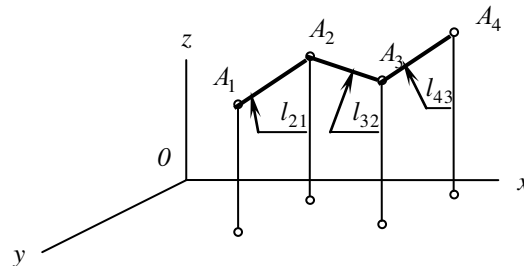


Рис. 5. Вихідна просторова ДПК

Побудуємо супровідну ламану лінію, що з'єднає вихідні точки A_i ($i = \overline{1, 4}$). Одержимо відтинки l_{21} , l_{32} , l_{43} , довжини яких визначимо за (9):

$$l_{21} = \sqrt{\Sigma_{22}^1}; \quad l_{32} = \sqrt{\Sigma_{33}^2}; \quad l_{43} = \sqrt{\Sigma_{44}^3} \quad (10)$$

У виразах (10), для скорочення записів, вказано тільки індекси «i» відповідних точок A_i . Окрім (10), ще визначимо:

$$l_{31} = l_{21} + l_{32} = \sqrt{\Sigma_{22}^1} + \sqrt{\Sigma_{33}^2}; \quad l_{41} = l_{31} + l_{43} = \sqrt{\Sigma_{22}^1} + \sqrt{\Sigma_{33}^2} + \sqrt{\Sigma_{44}^3} \quad (11)$$

Розрахуємо параметри t_i для точок A_i для $i = \overline{1, 4}$:

$$t_1 = \frac{\sqrt{\Sigma_{11}^1}}{\sqrt{\Sigma_{22}^1} + \sqrt{\Sigma_{33}^2} + \sqrt{\Sigma_{44}^3}} = 0; \quad t_2 = \frac{\sqrt{\Sigma_{22}^1}}{\sqrt{\Sigma_{22}^1} + \sqrt{\Sigma_{33}^2} + \sqrt{\Sigma_{44}^3}}; \quad (12)$$

$$t_3 = \frac{\sqrt{\Sigma_{22}^1} + \sqrt{\Sigma_{33}^2}}{\sqrt{\Sigma_{22}^1} + \sqrt{\Sigma_{33}^2} + \sqrt{\Sigma_{44}^3}}; \quad t_4 = \frac{\sqrt{\Sigma_{22}^1} + \sqrt{\Sigma_{33}^2} + \sqrt{\Sigma_{44}^3}}{\sqrt{\Sigma_{22}^1} + \sqrt{\Sigma_{33}^2} + \sqrt{\Sigma_{44}^3}} = 1$$

Використовуючи (12) складемо характеристичні функції для усіх вихідних точок A_i :

$$A_1: P_1(t) = \lambda_{11} \cdot \lambda_{12} \cdot \lambda_{13} \cdot \lambda_{14} \cdot (t_2 - t)(t_3 - t)(t_4 - t), \text{ де}$$

$$\lambda_{11} = \frac{1}{\lambda_{12} \cdot \lambda_{13} \cdot \lambda_{14} \cdot (t_2 - t_1)(t_3 - t_1)(t_4 - t_1)}, \quad (13)$$

$\lambda_{12}, \lambda_{13}, \lambda_{14}$ – довільні дійсні числа;

$$A_2: P_2(t) = \lambda_{22} \cdot \lambda_{21} \cdot \lambda_{23} \cdot \lambda_{24} \cdot (t_1 - t)(t_3 - t)(t_4 - t), \text{ де}$$

$$\lambda_{22} = \frac{1}{\lambda_{21} \cdot \lambda_{23} \cdot \lambda_{24} \cdot (t_1 - t_2)(t_3 - t_2)(t_4 - t_2)}, \quad (14)$$

$\lambda_{21}, \lambda_{23}, \lambda_{24}$ – довільні дійсні числа;

$$A_3: P_3(t) = \lambda_{33} \cdot \lambda_{31} \cdot \lambda_{32} \cdot \lambda_{34} \cdot (t_1 - t)(t_2 - t)(t_4 - t), \text{ де} \quad (15)$$

$$\lambda_{33} = \frac{1}{\lambda_{31} \cdot \lambda_{32} \cdot \lambda_{34} \cdot (t_1 - t_3)(t_2 - t_3)(t_4 - t_3)},$$

$\lambda_{31}, \lambda_{32}, \lambda_{34}$ – довільні дійсні числа;

$$A_4: P_4(t) = \lambda_{44} \cdot \lambda_{41} \cdot \lambda_{42} \cdot \lambda_{43} \cdot (t_1 - t)(t_2 - t)(t_3 - t), \text{ де}$$

$$\lambda_{44} = \frac{1}{\lambda_{41} \cdot \lambda_{42} \cdot \lambda_{43} \cdot (t_1 - t_4)(t_2 - t_4)(t_3 - t_4)},$$

$\lambda_{41}, \lambda_{42}, \lambda_{43}$ – довільні дійсні числа.

(16)

Знайдемо суму характеристичних функцій (13), (14), (15), (16), яку позначимо μ_4 , де індекс «4» вказує на кількість точок, що композиційно інтерполює:

$$\mu_4 = \sum_{j=1}^4 p_j(t) \tag{17}$$

Тоді БН-координати Б-кривої матимуть вигляд:

$$P_1 = \frac{P_1(t)}{\mu_4}; P_2 = \frac{P_2(t)}{\mu_4}; P_3 = \frac{P_3(t)}{\mu_4}; P_4 = \frac{P_4(t)}{\mu_4} \tag{18}$$

Враховуючи (18), точкове рівняння M_4 просторової Б-кривої, що композиційно інтерполює точки, матиме вигляд:

$$M_4 = \sum_{j=1}^4 A_j \cdot p_j, \text{ де } \sum_{j=1}^4 p_j = 1 \tag{19}$$

Посилаючись на роботи [1, 2, 3, 4, 5, 7] вказуємо на те, що параметри p_i для $i = \overline{1,4}$ з (19) являють собою дробово-раціональні функції і у той же час вони є БН-координатами, які:

- встановлюють взаємне розташування вихідних точок A_i уніфікованої геометричної фігури [15];
- забезпечують проходження Б-кривої через базисні точки [6, 11];
- визначають положення поточної точки на Б-кривій відносно її базисних точок, а не відносно вихідної системи координат.

У роботах [6, 11] було доведено, що будь-яка поточна точка Б-кривої, формується як композиція часток базисних точок (рис. 6). Як бачимо на рис. 6 не зображено вихідну систему координат – у ній немає потреби, тому поточна точка M визначається відносно базисних точок A , для $j = \overline{1,4}$.

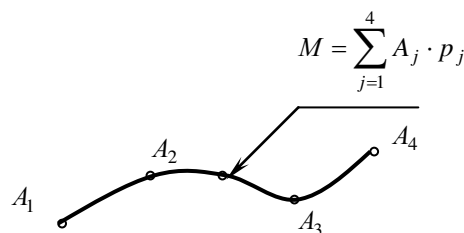


Рис. 6. Поточна точка M як композиція часток базисних точок A_1, A_2, A_3, A_4

Частку для кожної з базисних точок $A_j, j = \overline{1,4}$ визначає значення БН-координати для параметру t , що відповідає положенню поточної точки M на Б-кривій.

Рівняння (19) є формалізованим у точковій формі, його реалізація здійснюється через відповідні координатні рівняння:

$$M(1) = \sum_{j=1}^4 A_j(1) \cdot p_j ; M(2) = \sum_{j=1}^4 A_j(2) \cdot p_j , \dots , M(n) = \sum_{j=1}^4 A_j(n) \cdot p_j , \quad (20)$$

де числа 1, 2, ..., n в дужках визначають номер осі, на яку відбувається проектування просторового розв'язку.

Координатні рівняння (20) означають проекції Б-кривої і поточної точки на ній на кожну з n осей. Тобто $M(i)$, для $i = \overline{1, n}$ є значення координати на відповідні осі. У традиційній багатовимірній геометрії встановлюється проекційний зв'язок між проекціями, а у композиційній багатовимірній інтерполяції між проекціями існує параметричний зв'язок. Це надає переваги у тому, що можна діставати проекції розв'язку не тільки на площині, а і на багатовимірні простори нижчої вимірності.

Висновки

Запропонований метод композиційної просторової інтерполяції дозволить створювати однотипні алгоритми утворення Б-кривих, і у цілому, композиційних геометричних моделей.

Запропонована композиційна інтерполяція надає можливість змінювати розмірність E^n у процесі моделювання і експлуатації, що сприяє підвищенню оперативності у переналаштуванні програмної реалізації та більш якісній мотивації прийняття управлінських рішень.

Застосування метричних операторів трьох точок надав можливість скороченого та безпомилкового запису узагальнених точкових виразів.

Список використаної літератури

1. Адоньєв Є.О., Верещага В.М., Найдиш А.В. Застосування геометричних матриць для утворення точкових рівнянь Б-поверхонь / Є.О. Адоньєв, В.М. Верещага, А.В. Найдиш // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. - Мелітополь: ТДАТУ, 2018. - Вип. 8, Т.1, с. 153-160.
2. Адоньєв Є.О., Верещага В.М. Концептуальні засади використання композиційного методу геометричного моделювання при формуванні оптимального портфелю проектів з енергозбереження в навчальних закладах. / Є.О. Адоньєв, В.М. Верещага // Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць / МДПУ ім. Б. Хмельницького; гол. ред. кол. А.В. Найдиш. – Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2017. – Вип. 9. – С. 3-10.
3. Адоньєв Є.О., Верещага В.М., Лисенко К.Ю. Встановлення взаємозв'язків між простими відношеннями трьох точок прямої та БН-координатами для геометричних фігур / Є.О. Адоньєв, В.М. Верещага, К.Ю. Лисенко // Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць / МДПУ ім. Б. Хмельницького; гол. ред. кол. А.В. Найдиш. – Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2018. – Вип. 11. – С. 3-7.
4. Адоньєв Є.О., Верещага В.М., Лисенко К.Ю. Розробка узагальненої техніки алгебраїчного формування Б-функцій для трьох точок – Вісник Національного технічного університету «ХП». Збірник наукових праць. Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Х.: НТУ «ХП» - 2016 р. - №50 (1222)
5. Адоньєв Є.О., Верещага В.М., Лисенко К.Ю. Розробка узагальненої техніки алгебраїчного формування Б-функцій для чотирьох точок Вісник Національного технічного університету «ХП». Збірник наукових праць. Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Х.: НТУ «ХП» - 2017р. - №16(1238).
6. Адоньєв Є.О. Композиційний метод геометричного моделювання багатофакторних систем: дис. докт. техн. наук. – К.: КНУБА, 2018. – 512 с.
7. Балюба И.Г. Конструктивная геометрия многообразий в точечном исчислении: дис. ... доктора тех. наук. - Макеевка: МИСИ, 1995.-227 с.
8. Балюба И.Г. Точечное исчисление [учебное пособие] / И.Г. Балюба, В.М. Найдыш; под ред. Верещаги В.М. // Мелітополь: Изд-во МГПУ им. Б.Хмельницкого. – 2015. – 234 с.
9. Бездітний А.О. Варіативне дискретне геометричне моделювання на основі геометричних співвідношень у точковому численні Балюби-Найдиша: дис. ... канд. техн. наук. - Таврійський держ. агротехнол. ун-т. - Мелітополь, 2012.-155 с.
10. Верещага В.М. Композиційний метод утворення Б-поверхонь / В.М. Верещага, Є.О. Адоньєв // Науковий журнал «Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво». – Луцьк.: Луцький національний технічний університет – 2017, №26, С. 36-41.

11. Верещага В.М. Композиційне геометричне моделювання: Монографія / В.М. Верещага. – Мелітополь: ФОП Однорог Т.В. – 2017. – 108 с.
12. Давиденко І.П. Конструювання поверхонь просторових форм методом рухомого симплексу: автореф. дис... канд. техн. наук. - Мелітополь, 2012. - 23 с.
13. Конопацький Є.В. Геометричне моделювання алгебраїчних кривих та їх використання при конструюванні поверхонь у точковому численні Балюби-Найдиша: автореф. дис. канд. техн. наук - М-во аграрної політики та продовольства України, Таврійський держ. агротехнологічний ун-т. - Мелітополь, 2012. - 26 с.
14. Кучеренко В.В. Формалізовані геометричні моделі нерегулярної поверхні для гіперкількісної дискретної скінченної множини точок: дис. ... канд. техн. наук - Дніпропетровськ, 2013. - 187 с.
15. Лисенко К.Ю. Особливості композиційного геометричного моделювання / К.Ю. Лисенко, А.В. Найдиш, І.Г. Балюба, В.М. Верещага // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К., 2019. – Вип. 95. – с. 131-137.
16. Павленко О.М. Геометричне моделювання вертикального планування горизонтальної земельної ділянки засобами точкового БН-числення: автореф. дис...канд.. техн. наук, 05.01.01 – Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Мелітополь, 2017 – 23 с.
17. Четверухин Н.Ф. Проективная геометрия / Н.Ф. Четверухин // 7-е изд., М.: УЧПЕДГНЗ, 1961 – 360 с.

ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

УДК 657, 656.02

Н.П. ЛУБ'ЯНА, П.В. ЛУБ'ЯНИЙ, С.В. ЯКИМЕНКО
Херсонський національний технічний університет**ІНВЕСТИЦІЙНА ПРИВАБЛИВІСТЬ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

У даній роботі розглянуто схеми розвитку автотранспортних підприємств від стратегії розвитку до інвестиційного проектування. Господарській діяльності підприємств інфраструктури властивий ряд особливостей. Зокрема, як відомо, результат їх діяльності не можна резервувати або складувати, бо він виявляється у формі процесу переміщення, зберігання, передачі інформації і т.д. Продукція галузей інфраструктури не існує самостійно, зовні виробничого процесу. З цим пов'язана інша особливість - відсутність високої вірогідності просторової взаємозамінності елементів інфраструктури. Розглядаючи автотранспортні підприємства як відкриту соціально-економічну систему, можна рахувати інвестиції не тільки засобом внутрішньовиробничого відтворення основного і оборотного капіталу, але і чинником активізації взаємозв'язків з його зовнішнім середовищем. Безпосередньо цей взаємозв'язок здійснюється у формі інвестиційних потоків, а опосередковано - через появу нових суб'єктів зовнішнього середовища, залучених (на основі інвестування) у взаємодію з підвищенням рівня його конкурентоспроможності. Інвестиційна привабливість підприємств визначається достатньо великим числом чинників. Структура і пріоритет мотивів потенційних інвесторів повинні враховуватися при ухваленні управлінських рішень по організації процесу інвестування, зокрема, при формулюванні умов і уточненні переваг в інвестиційних договорах, а також при підготовці презентацій інвестиційних проектів і інших рекламних заходів. Виходячи з цього, можна визначити склад конкретних управлінських рішень, що приймаються в підприємстві з метою формування чинників, виступаючих несуперечливий по відношенню до мотивів інвестора або, іншими словами, з метою підвищення інвестиційної привабливості автотранспортних підприємств.

Ключові слова: інвестиції, стратегія, привабливість, інфраструктура, фінансування, інвестиційна привабливість.

Н.П. ЛУБЯНАЯ, П.В. ЛУБЯНИЙ, С.В. ЯКИМЕНКО
Херсонский национальный технический университет**ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

В данной работе рассмотрены схемы развития автотранспортных предприятий от стратегии развития до инвестиционного проектирования. Хозяйственной деятельности предприятий инфраструктуры присущ ряд особенностей. В частности, как известно, результат их деятельности нельзя резервировать или складировать, ибо он проявляется в форме процесса перемещения, хранения, передачи информации и т.д. Продукция отраслей инфраструктуры не существует самостоятельно, вне производственного процесса. С этим связана другая особенность - отсутствие высокой вероятности пространственной взаимозаменяемости элементов инфраструктуры. Рассматривая автотранспортные предприятия как открытой социально-экономическую систему, можно считать инвестиции не только средством внутрипроизводственного воспроизводства основного и оборотного капитала, но и фактором активизации взаимосвязей с его внешней средой. Непосредственно эта взаимосвязь осуществляется в форме инвестиционных потоков, а опосредованно - через появление новых субъектов внешней среды, привлеченных (на основе инвестирования) во взаимодействие с повышением уровня его конкурентоспособности. Инвестиционная привлекательность предприятий определяется достаточно большим числом факторов. Структура и пріоритет мотивов потенциальных инвесторов должны учитываться при принятии управленческих решений по организации процесса инвестирования, в частности, при формулировании условий и уточнении преимушеств в инвестиционных договорах, а также при подготовке презентаций инвестиционных проектов и других рекламных мероприятий. Исходя из этого, можно определить состав конкретных управленческих решений, принимаемых на предприятии с целью формирования факторов, выступающих непротіворечивий по отношению к мотивам инвестора или, другими словами, с целью повышения инвестиционной привлекательности автотранспортных предприятий.

Ключевые слова: инвестирование, стратегия, развитие, инфраструктура, финансы, инвестиционная привлекательность.

N.P. LUBYANAYA, P.V. LUBYANYI, S.V. YAKIMENKO
Kherson National Technical University

INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF TRANSPORT ENTERPRISES

In this paper, the development schemes of road transport enterprises from development strategy to investment design are considered. The economic activities of infrastructure enterprises are inherent in a number of features. In particular, as is well known, the result of their activities cannot be backed up or stored, because it manifests itself in the form of the process of moving, storing, transmitting information, etc. The products of the infrastructure industries do not exist independently, outside the production process. Another feature is connected with this - the lack of a high probability of spatial interchangeability of infrastructure elements. Considering motor transportation enterprises as an open socio-economic system, one can consider investments not only as a means of internal reproduction of fixed and circulating capital, but also as a factor in activating interconnections with its external environment. Directly, this relationship is carried out in the form of investment flows, and indirectly through the emergence of new subjects of the external environment, attracted (on the basis of investment) to interact with an increase in its competitiveness. The investment attractiveness of enterprises is determined by a sufficiently large number of factors. The structure and priority of the motives of potential investors should be taken into account when making management decisions on the organization of the investment process, in particular, when formulating conditions and specifying advantages in investment contracts, as well as in preparing presentations of investment projects and other promotional activities. On this basis, it is possible to determine the composition of specific management decisions taken at the enterprise in order to form factors that are consistent with the investor's motives or, in other words, with the goal of increasing the investment attractiveness of road transport enterprises.

Keywords: investment, strategy, development, infrastructure, finance, investment attractiveness.

Постановка проблеми

Під інвестиційною діяльністю автотранспортного підприємства (АТП) розуміють його діяльність, пов'язану з капітальними вкладеннями в земельні ділянки, виробничі будівлі, рухомий склад і інші види нерухомості, а також із здійсненням довгострокових фінансових вкладень, випуском облігацій та інших цінних паперів. Частіше всього інвестиціями можуть бути фізичні або реальні активи; грошові активи; нематеріальні активи.

Відповідно до джерел фінансування виділяють:

- субсидії, гранти, дотації від держави. Це найпереважніші з позицій інтересів розвитку АТП інвестиції;
- грошові кошти з фіксованою сумою відсотка, які складаються з кредитів (банків, держави, підприємств, інших комерційних і некомерційних структур), облігацій (акціонерних суспільств і держави) і т.п.;
- залучені кошти, на які виплачуються дивіденди.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

На сучасному етапі у вітчизняних і зарубіжних вчених є чимало праць, присвячених проблематиці визначення рівня інвестиційної привабливості господарюючих суб'єктів регіонів, держави [1-3]. При цьому в методиках переважна кількість авторів намагаються врахувати якомога більше факторів, здатних позитивно впливати на наміри інвесторів, хоча ці фактори є далеко не рівноцінними. Особливо рельєфно це проглядається на регіональному рівні, оскільки такі фактори, як природний, трудовий, економічний, інфраструктурний, науково-технічний потенціали, наявність податкових преференцій безпосередньо визначають обсяг залучення інвестицій до економіки регіонів; інші, зокрема, доходи і видатки місцевих бюджетів, обсяги промислового, сільськогосподарського виробництва, фінансові результати від діяльності суб'єктів господарювання тощо характеризують рівень економічного розвитку регіону, але безпосередньо не впливають на активізацію інвестиційних процесів [4,5].

Формулювання мети дослідження

Розглядаючи АТП як відкриту соціально-економічну систему, можна рахувати інвестиції не тільки засобом внутрішньовиробничого відтворення основного і оборотного капіталу АТП, але і чинником активізації взаємозв'язків АТП з його зовнішнім середовищем. Безпосередньо цей взаємозв'язок здійснюється у формі інвестиційних потоків, а опосередковано - через появу нових суб'єктів зовнішнього середовища, залучених (на основі інвестування) у взаємодію з АТП у зв'язку з підвищенням рівня його конкурентоспроможності.

Оскільки АТП знаходиться в постійному і тісному взаємозв'язку з чинниками зовнішнього середовища, то результати його діяльності визначають не тільки досягнення певного добробуту

найманих працівників АТП та його акціонерів (власників), але і ступінь задоволення потреб суспільства в перевезеннях вантажів і пасажирів, а також повноту повернення кредитів, постійність попиту на продукцію постачальників і т.д. Отже, процес інвестування зачіпає інтереси суб'єктів багатьох внутрішнього і зовнішнього середовища АТП.

Викладення основного матеріалу дослідження

Від стратегії розвитку АТП - до інвестиційного проектування. Представляється, що як базове обґрунтування рішень з приводу інвестування може бути названий загальна стратегічна спрямованість розвитку АТП в певному проміжку часу. Іншими словами, ціль розвитку АТП як соціально-економічної системи забезпечується здійсненням високоефективних інвестиційних проектів. З економічної точки зору здійснення інвестицій забезпечує підприємству формування чистого грошового потоку за рахунок амортизаційних відрахувань і в результаті надходження зовнішніх інвестицій.

Укрупнююча схема схвалення таких рішень і методи, що забезпечують їх обґрунтованість наведена на рис. 1.

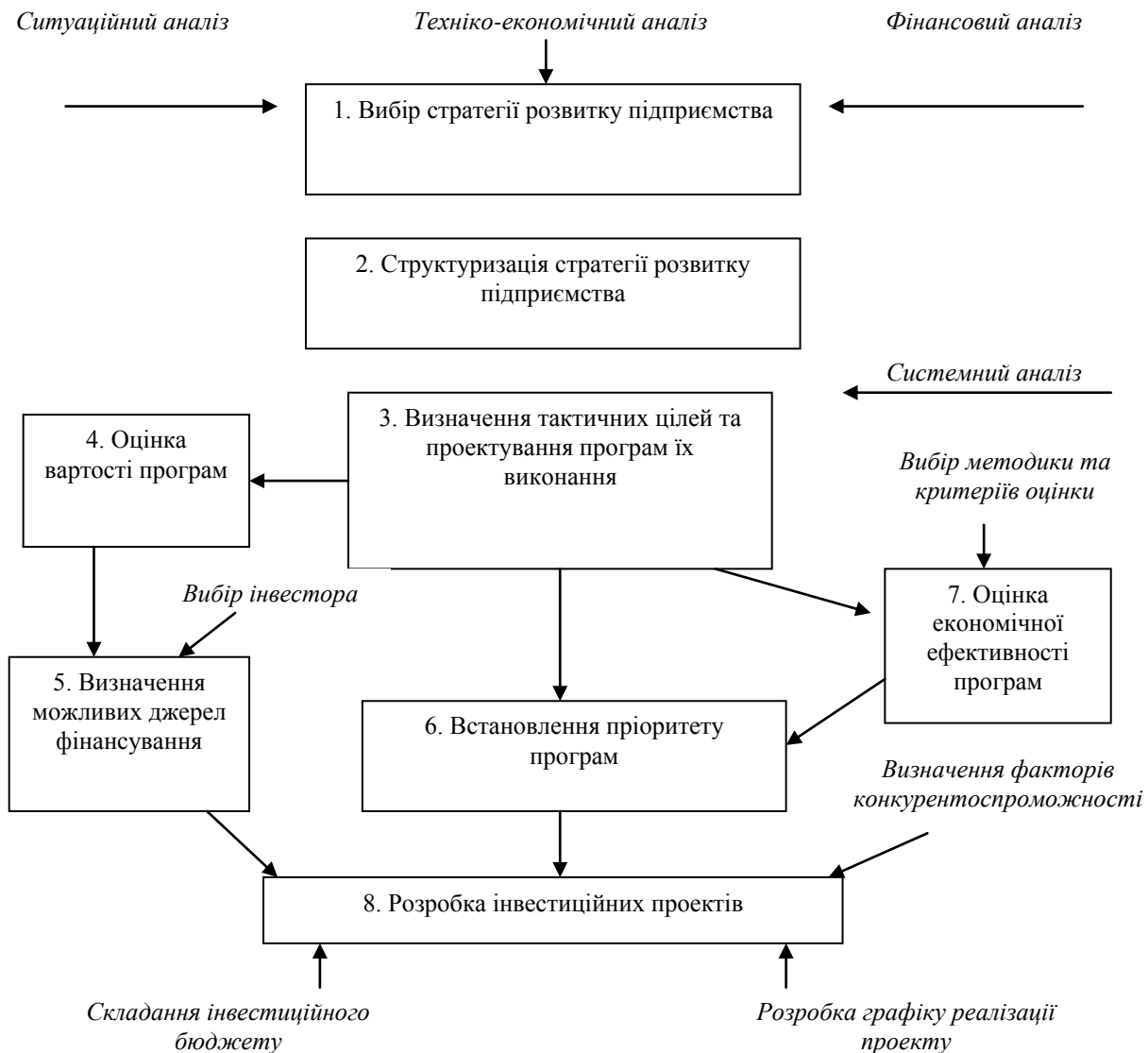


Рис. 1. Методи прийняття управлінських рішень з інвестиційного проектування

Важливе встановлення пріоритету тактичних цілей підприємства, відповідно до яких визначається і пріоритет інвестиційних програм. Критерієм відбору найпріоритетніших проектів може бути прийнято досягнення (в результаті реалізації цих проектів) певних конкурентних переваг.

Конкурентна перевага в світлі проблем інвестування може бути визначена як об'єктивно або суб'єктивно сформована здатність АТП мати більш вигідні умови ресурсного забезпечення виробництва і відповідно надавати конкурентоздатні послуги з перевезення вантажів і пасажирів.

Очевидно, що АТП, одержуюче або усилиуюче в результаті інвестування яку-небудь конкурентну перевагу, набуває у свою чергу більш високу інвестиційну привабливість, що є передумовою подальшого посилення його конкурентоспроможності. Таким чином, можна говорити не просто про вплив інвестування на формування або посилення конкурентних переваг АТП, але і про вплив особливого, хвильового, характеру, що поновлюється в часі.

Господарській діяльності підприємств інфраструктури властивий ряд особливостей. Зокрема, як відомо, результат їх діяльності не можна резервувати або складувати, бо він виявляється у формі процесу переміщення, зберігання, передачі інформації і т.д.

Продукція галузей інфраструктури не існує самостійно, зовні виробничого процесу. З цим пов'язана інша особливість - відсутність високої вірогідності просторової взаємозамінності елементів інфраструктури. Дійсно, оскільки процес споживання транспортних послуг нерозривно поєднан з самим процесом їх виробництва, концентрація АТП в якому-небудь одному місці не може компенсувати недолік їх в іншому, територіально віддаленому місці. Саме властивість просторової автономності такого роду послуг визначає важливість розгляду і рішення проблем інвестування в розвиток АТП в конкретному регіоні. Ця теза перш за все відноситься до підприємств міського пасажирського транспорту у зв'язку з локальністю ринків транспортних послуг, що надаються населенню міста.

Інвестиційна привабливість АТП. Проблема формування інвестиційної привабливості безпосередньо пов'язана з проблемою виявлення і стимулювання мотивації різного виду інвесторів при виборі ними найвигіднішого об'єкту інвестування або при ухваленні рішення про об'єм інвестування.

Чинниками, визначальними готовність ухвалити рішення про прямі інвестиції, можна назвати:

- місткість ринку транспортних послуг і ступінь існуючої на ньому конкуренції, що визначає доцільність ухвалення інноваційного рішення, спрямованого на створення нового або розширення існуючого виробництва транспортних послуг;

- технологічні особливості організації конкретного бізнесу, його розміщення, джерела задоволення потреби АТП в матеріальних ресурсах, кваліфікація персоналу, капіталоемність транспортних послуг, екологічна безпека перевезень і т. п.;

- витрати на створення інновації. Це розмір інвестицій і рівень витрат на виробництво одиниці транспортних послуг, співвідношення яких визначає рентабельність створюваного або розширюваного виробництва, окупність інвестицій і в кінцевому рахунку вплив інвестицій на конкурентоспроможність АТП;

- фінансові, економічні, виробничі і інші ризики, пов'язані з реалізацією кожного з варіантів інвестування;

- територіальний чинник, який визначається за ознакою віддаленості об'єкту інвестицій від самого інвестора, а також від джерел матеріальних ресурсів, від розвинутого ринку робочої сили і від безпосередніх споживачів транспортних послуг.

Для визначення реальних можливостей АТП по формуванню власної інвестиційної привабливості потрібно знати ті мотиви інвестування, які враховуються інвестором і одночасно знаходяться в компетенції підприємства. Інвестора, як показує галузевий досвід, може привернути:

- загальна висока оцінка бізнесу, включаючи оцінку нематеріальних активів АТП;

- висока кваліфікація персоналу АТП, яка відповідає характеру і складності виконуваних робіт, а також виду виконуваних підприємством перевезень;

- успішні результати попередніх зусиль АТП по забезпеченню дорожньої і екологічної безпеки перевезень;

- високий ступінь освоєння підприємством прогресивних технологій перевезень і технічної дії на рухомий склад автомобільного транспорту, а також наявність в АТП умов для випереджаючого розвитку інновацій;

- менший, ніж середній по галузі, рівень витрат на виробництво одиниці транспортних послуг;

- ефективна система страхування фінансових, виробничих і інших ризиків, діюча в АТП;

- наявність стабільних зв'язків з постачальниками матеріальних ресурсів, що відповідають критерію оптимізації співвідношення ціни і якості ресурсів.

Виходячи з цього, можна визначити склад конкретних управлінських рішень, що приймаються в підприємстві з метою формування чинників, виступаючих несуперечливий по відношенню до мотивів інвестора або, іншими словами, з метою підвищення інвестиційної привабливості АТП.

Висновки

Інвестиційна привабливість АТП визначається достатньо великим числом чинників. Необхідний вибір основних чинників інвестиційної привабливості, на які в першу чергу орієнтується інвестор. Структура і пріоритет мотивів потенційних інвесторів повинні враховуватися при ухваленні управлінських рішень по організації процесу інвестування, зокрема, при формулюванні умов і уточненні переваг в інвестиційних договорах, а також при підготовці презентацій інвестиційних проектів і інших рекламних заходів.

В процесі інформування потенційних інвесторів АТП повинне формувати і активно використовувати наступні блоки інформації, відповідної дійсності та представлений в позитивному плані:

- положення АТП на ринку транспортних послуг (стаж роботи на ринку, клієнтська база, обсяг перевезень і т.п.), якість перевезень, основні напрями діяльності, потенціал зростання АТП;
- фінансовий стан АТП за ряд останніх років та прогноз фінансового стану на наступні 2 – 3 роки. Потенційному інвестору при цьому можуть бути представлені коментарі до балансу, окремі фінансово-економічні показники діяльності АТП і т.д.;
- менеджмент і організаційна структура АТП, зокрема рівень кваліфікації керівників і фахівців;
- історія і основні досягнення АТП в попередні роки, а стратегія його розвитку в майбутньому;
- структура власності підприємства.

Для забезпечення інвестиційної привабливості АТП може бути складений інформаційний меморандум, що узагальнює описану вище інформацію.

Список використаної літератури

1. Абрамов А.Е. Основы анализа финансовой, хозяйственной и инвестиционной деятельности предприятия в 2-х ч. М.: Экономика и финансы АКДИ/ Абрамов А.Е.-Х.: Грамота, 2002. – 265с.
2. Абалонин С.М. Конкурентоспособность транспортных услуг / С.М. Абалонин. – М.: Академкнига, 2004. –172 с.
3. Герасимчук В.Г. Маркетинг: теория і практика: навч.посіб. / В.Г.Герасимчук. – К.: Вища школа, 1994. –327с.
4. Аникин Б.А. Коммерческая логистика: учеб. / Б.А.Аникин, А.П. Тяпухин – М.: ТК Велби, изд-во Проспект,2006. –432 с.
5. Миротин Л.Б.Организация коммерческой работы на автомобильном транспорте - М. : Брандес, 1997. -311с.

УДК 656.03

В.П. СЛАВИЧ, Д.О. ГІРІК
Херсонський національний технічний університет

МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ЧАСУ ПЕРЕБУВАННЯ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА ЗУПИНКАХ

Постійне зростання інтенсивності руху ставить все більш високі вимоги до створених дорожніх систем та від їх досконалості залежить успішне функціонування всього міста як середовища життєдіяльності та його населення. У цій роботі запропоновано використання моделі оптимізації руху міського транспорту у місті за допомогою математичної моделі з подальшим корегуванням часу простою автобусів на зупинках. Метою роботи є створення моделі визначення часових параметрів перебування громадського транспорту загального користування на зупинках так, щоб мінімізувати часові параметри перебування автобусів на регульованих перехрестях при очікуванні на заборонений сигнал світлофорів. Досягти ефективного використання часу міського транспорту можливо не тільки за допомогою корегування роботи світлофорних сигналів, а шляхом розрахунку потрібного часу простою автобусів на зупинках. Під час побудови моделі були використані наступні величини: час перебування громадського транспорту, кількість зупинок на заданому маршруті, загальна кількість світлофорів на маршруті, віддаленість від світлофорів до зупинки та навпаки, загальний час роботи усіх світлофорів, фактичний час знаходження транспорту на зупинці, час під'їзду автобусу до одного з перехресть, час роботи дозволених та недозволених фаз світлофору. На підставі створеної моделі з її подальшим використанням можна побачити ефективність роботи цієї схеми. За допомогою моделі можна корегувати час перебування автобусів на маршруті, що забезпечують найвищу рентабельність використання транспорту. Запропонована модель дозволяє встановлювати такий ефективний ритм руху автобусів, при якому мінімізується тривалість «старт-стоп» рухів, що сприяє економії витрат при перевезеннях, підвищує комфорт проїзду пасажирів та зменшує шкідливий вплив транспорту на навколишнє середовище під час простою на заборонений сигнал світлофора.

Дану модель можна використовувати для випадків з двома та більше регульованими ділянками на маршруті громадського транспорту.

Ключові слова: громадський транспорт, зупинка, регульоване перехрестя.

В.П. СЛАВИЧ, Д.А. ГИРИК
Херсонский национальный технический университет

МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ВРЕМЕНИ ПРЕБЫВАНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА НА ОСТАНОВКАХ

Постоянный рост интенсивности движения ставит все более высокие требования к созданным дорожным системам и от их совершенства зависит успешное функционирование всего города как среды обитания и его населения. В этой работе предложено использование модели оптимизации движения транспорта в городе с помощью математической модели с последующей корректировкой времени простоя автобусов на остановках. Целью работы является создание модели определения временных параметров пребывания общественного транспорта общего пользования на остановках так, чтобы минимизировать параметры пребывания автобусов на регулируемых перекрестках при ожидаемые на запрещающий сигнал светофоров. Достичь эффективного использования времени транспорта возможно не только с помощью корректировки работы светофорных сигналов, а путем расчета нужного времени простоя автобусов на остановках. При расчете модели были использованы следующие величины: время пребывания общественного транспорта, количество остановок на заданном маршруте, общее количество светофоров на маршруте, удаленность от светофоров до остановки и наоборот, общее время работы всех светофоров, фактическое время нахождения транспорта на остановке, время под ездю автобуса к одному из перекрестков, время работы разрешенных и неразрешенных фаз светофора. На основании созданной модели с ее последующим использованием, можно увидеть эффективность работы этой схемы. С помощью этой модели, мы можем корректировать время остановки автобусов на маршруте, что обеспечивает самую высокую рентабельность использования транспорта. Предложенная модель позволяет устанавливать такой эффективный ритм движения автобусов, при котором минимизируется продолжительность «старт-стоп» движений, способствует экономии затрат при перевозках, повышает комфорт проезда пассажиров и уменьшает вредное воздействие транспорта на окружающую среду во время простоя на запрещающий сигнал светофора.

Эту модель можно использовать для случаев с двумя и более регулируемыми участками на маршруте общественного транспорта.

Ключевые слова: общественный транспорт, остановка, регулируемый перекресток.

V.P. SLAVICH, D.O. HIRIK
Kherson National Technical University

MODEL OF OPTIMIZATION OF PUBLIC TRANSPORT PERMISSIONS AT STOPPING

The constant growth of the traffic intensity puts increasingly high demands on the created road systems and the successful functioning of the whole city as an environment of life and its population depends on their perfection. In this paper, the use of the model of optimization of urban transport in the city is proposed with the help of a mathematical model with further adjustment of the idle times of bus stops. The purpose of the work is to create a model for determining the time settings for public transport of public use at stops so as to minimize the parameters of bus stay at regulated intersections with the expected traffic signal forbidden. To achieve efficient use of urban transport time is possible not only by adjusting the traffic signal, but by calculating the required time for idle buses at stops. During the calculation of the model, the following values were used: time of public transport, number of stops on a given route, total number of traffic lights on the route, distance from traffic lights to the stop and vice versa, total time of operation of all traffic lights, actual time of finding the transport at a stop, the bus ride to one of the intersections, the time allowed for allowed and unauthorized phases of the traffic light. Based on the created model with its further calculation, you can see the efficiency of this scheme. With these calculations, we can adjust the bus stop time on the route, which ensures the highest return on transport usage. The proposed model allows to establish such an effective rhythm of the bus, which minimizes the duration of "start-stop" movements, which helps to save on transportation costs, increases the comfort of passenger travel and reduces the harmful effects of transport on the environment during downtime on the prohibited signal of the traffic light.

This model can be used when calculating with two or more regulated sections on the public transport route.

Keywords: public transport, stop, regulated crossroads.

Постановка проблеми

Використання громадського транспорту на маршруті без потрібних корегувань у графіку призводить до його неефективного використання. Одним із способів реалізації поліпшення пасажиропотоку і отримання грошової вигоди для транспортної компанії є розробка і використання математичної моделі руху міських автобусів, яка дозволила б мінімізувати їх час використання у системі управління рухом, оскільки це дасть змогу спромогтися рівномірного руху громадського транспорту і мінімізувати час, що витрачається на поїздки, та дозволяє досягти максимального рівня комфорту пасажирів.

Створення моделі дозволяє збільшити рентабельність міського транспорту, що призводить до більш рівномірного маршруту транспорту з використанням корисного часу простою на зупинці для збільшення пасажиропотоку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для оптимізації руху громадського транспорту у місті використовувалися дослідження: Горбачова П.Ф., Давідіча Н.В., Іванова І.Е., Вдовиченка В., Пронина С.В., Самчук Г.О., Славича В.П., Чернобаева Н.С. та [1-8].

Формулювання мети дослідження

Метою роботи є створення моделі визначення часових параметрів перебування громадського транспорту загального користування на зупинках так, щоб мінімізувати часові параметри перебування автобусів на регульованих перехрестях при очікуванні на заборонений сигнал світлофорів.

Викладення основного матеріалу дослідження

У цій роботі запропоновано використання моделі оптимізації руху автобусів у місті за допомогою розрахунку з корегуванням часу перебування транспорту на зупинках за яким автобуси будуть витрачати як найменше часу простою на регульованих ділянках завдяки створенню рівномірного руху, де транспорт буде проїжджати на усі світлофори на зелений так, щоб звести к мінімуму втрати часу на очікування.

Таблиця 1

Вхідні параметри моделі		
Позначення величини	Значення величини	Одиниця виміру
t_1	Час прибуття громадського транспорту на початок свого маршруту	хв.
t_n	Фактичний час перебування автобусу на зупинці	хв.
Z_i	Кількість зупинок на заданому маршруті	шт.
C_i	Кількість світлофорів на заданому маршруті	шт.
N_{s-o}	Відстань від зупинки до наступного світлофору	м.
N_{o-s}	Відстань від світлофору до наступної зупинки	м.
n_{cl}	Загальний час роботи фаз світлофору	хв.
N_{cl}	Час роботи дозволених фаз світлофору	хв.

Розглянемо умовний маршрут громадського транспорту, в якому буде певна кількість зупинок та світлофорів між ними. Використання загальної моделі потребує введення наступних умов:

- будемо вважати, що міський транспорт розвиває середньотехнічну швидкість, яка буде позначатися V ;

- будемо вважати, що усі задані світлофори почнуть працювати одночасно, та позначимо час прибуття транспорту до початку свого маршруту;

Також треба зазначити, що між зупинками можуть бути розміщені нерегульовані перехрестя, що призводить до наступних ситуацій:

1. Якщо автобус рухається по головній дорозі, то він проїжджає перехрестя без жодних перешкод, тому цей варіант не впливає на маршрут.

2. Якщо автобус рухається по другорядній дорозі, тоді збільшується час на проїзд даної ділянки дороги, а разом з цим і весь час маршруту.

На рис. 1 схематично зображено схему транспортної мережі.

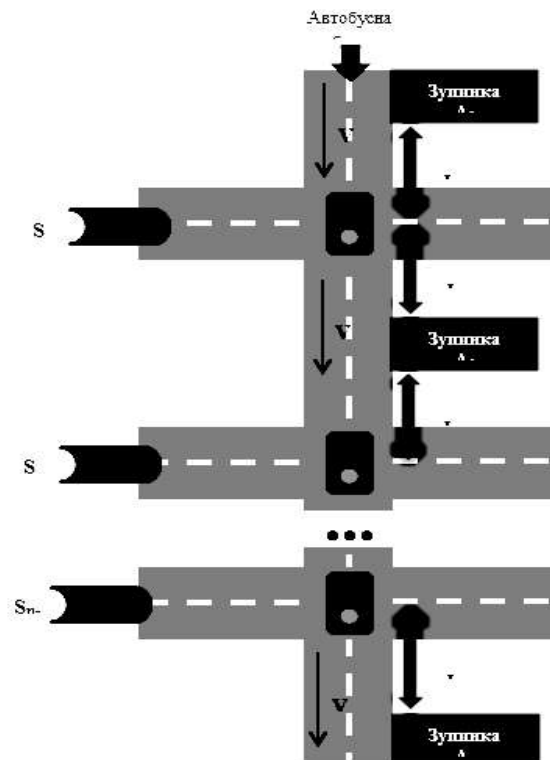


Рис. 1. Транспортна мережа з одним перехрестям між зупинками

Визначимо час, в який автобус повинен під'їжджати на потрібний сигнал світлофору, та проведемо корективи часу перебування автобусу на зупинці. В результаті час, який автобус витрачає на очікування на перехрестях, буде витрачатись на очікування на зупинках, що збільшує рентабельність використання громадського транспорту. Найважливішим параметром при розрахунку часу простою

громадського транспорту на зупинках, є безпосередньо кількість зупинок на маршруті автобусу. Моделювання буде відштовхуватись від часу перебування автобусу на зупинці, який заданий у маршруті транспортним підприємством, та становить близько двох хвилин. Інформацію про відстань між потрібними зупинками та часу роботи світлофорів які знаходяться між цими зупинками, отримуємо з відкритого додатку GoogleMaps.

Спочатку потрібно встановити умову, яка покаже чи потрібні корегування часу простою транспорту на зупинці, для того щоб автобус під'їжджав на потрібну фазу роботи світлофору. Якщо автобус встигає, то час перебування на зупинці не змінюється. Час прибуття автобусу до першого світлофора на маршруті не враховується при розрахунках, через його не важливість при отриманні кінцевого результату.

Однак, якщо під'їзд автобусу припадає на червоний, то потрібно провести корегування часу перебування автобусу на зупинці, так щоб час прибуття автобусу співпало із дозволенням сигналом світлофора на перехресті. Для цього вводяться допоміжні параметри, які встановлюють відношення перебування автобусу на зупинці.

Потрібно також визначити, те що:

- Час простою автобусу на зупинці за розрахунком того, що автобус встигає проїхати світлофор на дозволену фазу за найкоротший час, щоб вкластися за графіком свого руху
- Ця модель не є дійсною у житті, а використовується для розрахунків потрібних параметрів
- Основним завданням усіх цих розрахунків є зменшення часу витраченого громадським транспортом на очікування на регульованих перехрестях, для ефективного використання цього часу, що є основною метою та темою цієї роботи.

Беручи до уваги усі параметри, складасмо схему розрахунку потрібного часу очікування на початку маршруту автобусом за умовою того, що на маршруті є три перехрестя зі світлофорами, маємо формулу:

$$t_{o1} = \begin{cases} t_n + t_{q1-1} \left[\frac{t_{q1-2}}{t_{q1-1}} \left(1 - \left\{ \frac{t_{o1} + t_{no1-2}}{t_{q1-2}} \right\} \right) \right], \\ \text{якщо } \left[\frac{t_{q1-2}}{t_{q1-1}} \left(1 - \left\{ \frac{t_{o1} + t_{no1-2}}{t_{q1-1}} \right\} \right) \right] \geq 1 \\ \\ t_n \pm \left[\frac{t_{q1-3}}{t_{q1-2}} \left(1 - \left\{ \frac{t_{o2} + t_{no1-3}}{t_{q1-3}} \right\} \right) \right], \\ \text{якщо } \left[\frac{t_{q1-3}}{t_{q1-2}} \left(1 - \left\{ \frac{t_{o2} + t_{no1-3}}{t_{q1-3}} \right\} \right) \right] \geq 1 \\ \\ t_{z2} + t_n, \text{ якщо } \left[\frac{t_{q1-1}}{t_{q1-2}} \left(1 - \left\{ \frac{t_{o1} + t_{no1-1}}{t_{q1-2}} \right\} \right) \right] = 1 \\ \\ t_{o2} + t_n \text{ в іншому випадку} \end{cases}$$

На основі створеної моделі можна побачити ефективність роботи цієї схеми. За допомогою цих розрахунків, ми можемо корегувати час зупинки автобусів на маршруті, що забезпечують найвищу рентабельність використання транспорту. Автобуси використовують час простою на регульованих перехрестях для збільшення очікування пасажирів на зупинці, що є вигіднішим як для перевізника, так і для пасажирів транспорту. Також можна зазначити, що це дозволяє зменшити викиди вихлопних газів автобусу в атмосферу із-за постійних зупинок та нерівномірних прискорень. Для перевізника отримує більш економічне використання палива, що може вплинути на зменшення витрат на перевезення, та для зменшення вартості проїзду для пасажирів.

Але розглянувши додаткові ситуації ми можемо прийти до висновку, що модель можна спростити у декілька разів за допомогою математичних перетворень. У кінці отримаємо наступну модель, за якою в подальшому будемо проводити розрахунки. Ця модель є найбільш загальною та спрощеною, але підґрунтям є реальні умови. При цьому ми опускаємо випадки, простіші на зупинці на яких не впливає на кінцевий результат моделі. Тоді остаточна формула буде мати наступний вигляд:

$$t_{oi} = \begin{cases} t_{oi} + t_{pi} & \text{якщо} \left[\frac{t_{qi-2}}{t_{qi-3}} \left(1 - \left(\frac{I_{a-cj}}{V} + \frac{I_{c_j-a_j}}{V} + t_{oi-1} \right) \right) \right] = 1 \\ t_{oi} + t_{pi} & \text{будь-якому іншому випадку} \end{cases}$$

Висновки

Таким чином, в даній роботі була запропонована модель визначення часових параметрів перебування громадського транспорту загального користування на зупинках так, щоб мінімізувати часові параметри перебування автобусів на регульованих перехрестях при очікуванні на заборонений сигнал світлофорів. За допомогою моделі можна корегувати час перебування автобусів на маршруті, що забезпечують найвищу рентабельність використання транспорту. Запропонована модель дозволяє встановлювати такий ефективний ритм руху автобусів, при якому мінімізується тривалість «старт-стоп» рухів, що сприяє економії витрат при перевезеннях, підвищує комфорт проїзду пасажирів та зменшує шкідливий вплив транспорту на навколишнє середовище під час простою на заборонений сигнал світлофора.

Список використаної літератури

1. Vdovychenko V. Method of traffic optimization of urban passenger transport at transfer nodes / V. Vdovychenko, O. Driuk, G. Samchuk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – 3/3 (87). – P. 47-53.
2. Горбачов П.Ф. Дослідження часу очікування пасажирів на зупиночних пунктах міського пасажирського транспорту / П.Ф. Горбачов, В.М. Чижик // Автомобільний транспорт. – 2012. - №30 – С. 67-71
3. Давідіч Н.В. Управління якістю в проектах міського транспорту пасажирського транспорту / І.В. Чумаченко, Н.В. Давідіч // Моделювання процесів в економіці та управлінні проектами з використанням нових інформаційних технологій : монографія / за заг. ред. В.О. Тymoфеева, І.В. Чумаченко. – Харків ; ХНУРЕ, 2015. – С. 173-180
4. Иванов И.Е. Распределение транспортных средств на городских пассажирских маршрутах / И.Е. Иванов, Р.Б. Рогальский // Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов : Сб. науч. трудов. – Минск, 2015. – С. 87-93.
5. Пронин С.В. Информационно-логическая модель мониторинга маршрутов городского пассажирского транспорта / О.П. Алексеев, С.В. Пронин // - Весник: Сб. науч. тр. – X., 2007. – Вып. 37. – С. 101 – 103.
6. Самчук Г.О. Сучасні тенденції забезпечення сталого розвитку транспортних систем / Г.О. Самчук // Міжнародні транспортні коридори та корпоративна логістика; одинадцята наук.-практ. міжнар. конф., 11-13 черв. 2015 р. : тези доп. – Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2015. – Вип. 50. – С. 63.
7. Славич В.П. Модель оптимізації руху міського транспорту загального користування / В.П. Славич // Проблеми інформаційних технологій. – 2013. - №01(013). – С. 118 – 121
8. Чернобаев Н.С. Алгоритм определения оптимальных параметров координированного управления транспортными потоками / Н.С. Чернобаев, Л.С. Абрамова, И.С. Бугаев // Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. – 2004. - №25. – С. 114/118.

УДК 656. 032

С.В. ЯКИМЕНКО, П.В. ЛУБ'ЯНИЙ, Н.П. ЛУБ'ЯНА
Херсонський національний технічний університет

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ З УРАХУВАННЯМ ЗАЛУЧЕНИХ ІНВЕСТИЦІЙНИХ РЕСУРСІВ

Дана робота присвячена питанням удосконалення організації та планування перевезень пасажирів у міському сполученні за умов сучасного стану соціально - економічного розвитку міст. Найбільш узагальненим показником експлуатаційної діяльності пасажирського транспорту є собівартість перевезень, яка визначається на підставі величини експлуатаційних витрат і виконаного обсягу пасажирських перевезень. Але показник собівартості перевезень не враховує величину середньої дальності поїздки, яка на різних пасажирських маршрутах не однакова, не враховує також інвестиційну складову перевізного процесу. І хоча опосередковано цей показник має вплив на відповідний рівень задоволення попиту населення на транспортні послуги через їх ціну, в той же час не дає можливості враховувати протилежні інтереси транспортних компаній. Тому в якості параметру оптимізації показників перевізного процесу пропонується використовувати не собівартість перевезень, а показник ефективності використання залучених інвестиційних ресурсів, необхідних для реалізації того чи іншого проекту.

Метою даного дослідження є оптимізація значень показників перевізного процесу в залежності від ефективності використовуваних при цьому інвестиційних ресурсів. До числа чинників перевізного процесу віднесені такі, як об'єм перевезень пасажирів на діючому маршруті, вартість послуг по перевезенню пасажирів, довжина маршруту, пасажиромісткість одиниці рухомого складу та вартість її придбання тощо.

По результатам дослідження встановлені значення найбільш значимих показників перевізного процесу на мережі автобусних маршрутів міста Херсон. Виконані відповідні економіко – статистичні розрахунки з метою визначення ефективності процесу пасажирських перевезень із використанням автобусів різної пасажиромісткості на маршрутах різної протяжності та цін щодо транспортних послуг. Рекомендовано ефективні варіанти пасажирських маршрутів з використанням автобусів різної місткості на вулично – дорожній мережі міста. Взагалі отримані результати можуть бути трансформовані на будь – який регіон країни з відповідним рівнем соціально - економічного розвитку.

Ключові слова: інвестиції, ефективність, пасажирські перевезення, автобуси, пасажиромісткість, маршрути, ціна послуги.

С.В. ЯКИМЕНКО, П.В. ЛУБ'ЯНИЙ, Н.П. ЛУБ'ЯНА
Херсонский национальный технический университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ГОРОДСКИХ ПАСАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК С УЧЕТОМ ПРИВЛЕЧЕННЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

Данная работа посвящена вопросам совершенствования организации и планирования перевозок пассажиров в городском сообщении в условиях современного состояния социально - экономического развития городов. Наиболее обобщенным показателем эксплуатационной деятельности пассажирского транспорта является себестоимость перевозок, которая определяется на основании величины эксплуатационных расходов и выполненного объема пассажирских перевозок. Но показатель себестоимости перевозок не учитывает величину средней дальности поездки, которая на разных пассажирских маршрутах не одинакова, не учитывает также инвестиционную составляющую перевозочного процесса. И хотя косвенно этот показатель влияет на соответствующий уровень удовлетворения спроса населения на транспортные услуги через их цену, в то же время не дает возможности учитывать противоположные интересы транспортных компаний. Поэтому в качестве параметра оптимизации показателей перевозочного процесса предлагается использовать себестоимость перевозок, а показатель эффективности использования привлеченных инвестиционных ресурсов, необходимых для реализации того или иного проекта.

Целью данного исследования является оптимизация значений показателей перевозочного процесса в зависимости от эффективности используемых при этом инвестиционных ресурсов. К числу факторов перевозочного процесса отнесены такие, как объем перевозок пассажиров на действующем

маршруте, стоимость услуг по перевозке пассажиров, длина маршрута, пассажироместимость единицы подвижного состава и стоимость ее приобретения и тому подобное.

По результатам исследования установлены значения наиболее значимых показателей перевозочного процесса на сети автобусных маршрутов города Херсон. Выполнены соответствующие экономико - статистические расчеты с целью определения эффективности процесса пассажирских перевозок с использованием автобусов различной пассажироместимости на маршрутах различной протяженности и цен в отношении транспортных услуг. Рекомендовано эффективные варианты пассажирских маршрутов с использованием автобусов различной вместимости на улично - дорожной сети города. Вообще полученные результаты могут быть трансформированы в какой - регион страны с соответствующим уровнем социально - экономического развития.

Ключевые слова: инвестиции, эффективность, пассажирские перевозки, автобусы, пассажироместимость, маршруты, цена услуги.

S.V. YAKIMENKO, P.V. LUBIANIY, N.P. LUBYANA
Kherson National Technical University

IMPROVING THE ORGANIZATION OF CITY PASSENGER TRANSPORT WITH THE CONSIDERATION OF INVESTIGATED INVESTMENT RESOURCES

This work is devoted to the issues of improving the organization and planning of passenger traffic in urban communication in the current state of social and economic development of cities. The most generalized indicator of operational activity of passenger transport is the cost of transportation, which is determined on the basis of operating costs and the volume of passenger transportation. But the cost of transportation does not take into account the average distance of the trip, which is not the same on different passenger routes, does not take into account the investment component of the transport process. Although indirectly, this indicator has an impact on the appropriate level of satisfaction of the population's demand for transport services at their cost, while at the same time does not allow for the consideration of the opposite interests of transport companies. Therefore, as a parameter for optimizing the transport process indicators, it is proposed not to use the cost of transportation, but to measure the efficiency of the use of attracted investment resources necessary for the implementation of a project.

Therefore, the purpose of this study is to optimize the values of the parameters of the transportation process, depending on the efficiency of the investment resources used at the same time. Among the factors of the transportation process are those such as the volume of passenger transportation on the current route, the cost of passenger transportation services, the length of the route, the passenger capacity of the rolling stock unit and the cost of its purchase, etc.

According to the results of the study, the values of the most significant indicators of the transportation process on the network of bus routes in the city of Kherson were determined. The corresponding economic and statistical calculations were carried out in order to determine the efficiency of the process of passenger transportation using buses of different passenger capacity on routes of varying lengths and prices for transport services. It is recommended that effective variants of passenger routes using buses of different capacities on the city streets and roads. In general, the results can be transformed into any region of the country with an appropriate level of socio - economic development.

Keywords: investment, efficiency, passenger transportation, buses, passenger capacity, routes, price of service.

Постановка проблеми

Робота в ринкових умовах змушує перевізників шукати шляхи зменшення витрат за рахунок максимального використання рухомого складу. Однією з основних задач організації міських автобусних перевезень є визначення потреби маршрутів в рухомому складі. Ця задача складається з двох задач: вибору типу та кількості автобусів і розподіл їх по маршрутам. Перша з перелічених задач виникає при відкритті нових маршрутів, при заявці на поповнення парку транспортних засобів, а також як допоміжна при розподілі автобусів по маршрутам.

Для перевезення пасажирів можуть бути використані автобуси різних моделей і місткості. Однак ефективність використання їх далеко не однакова, якщо номінальна місткість не буде відповідати фактичній потужності пасажиропотоків на маршруті. Використання автобусів малої місткості при великій потужності пасажиропотоків збільшує необхідну кількість транспортних засобів, підвищує завантаження вулиць і потребу у водіях.

Застосування ж автобусів великої місткості на напрямках з пасажиропотоками малої потужності призводить до значних інтервалів руху автобусів і до зайвих витрат часу пасажирів на очікування.

Ціна проїзду на міському автобусному маршруті є також одним з найбільш значущих чинників перевізного процесу, мало того, є обов'язковою умовою розгляду на тендерному комітеті Міської Ради будь-якого регіону України в процесі затвердження автобусних маршрутів. Як правило, базою для розрахунку тарифу є собівартість одиниці послуги з використанням розрахунків в розрізі статей калькуляції. Такий підхід можна вважати обґрунтованим тільки на існуючих пасажирських маршрутах, організація перевезень на яких не припускає залучення будь-яких інвестицій.

У тому випадку, коли відкривається новий маршрут, або на вже існуючому необхідне оновлення рухомого складу, то в якості основного ціноутворюючого показника повинен виступати показник ефективності використання залучених інвестиційних ресурсів, необхідних для реалізації нового проекту. Використання тільки собівартості пасажирських перевезень у цих умовах не дозволить прийняти економічно – обґрунтоване рішення щодо ціни проїзду.

На наш погляд, вирішення питань раціональної організації перевезень пасажирів та ефективного використання рухомого складу неможливо як без урахування характеру змін пасажиропотоків транспортної мережі, так і довжини маршруту, вартості придбання одиниці рухомого складу та його необхідної кількості, вартості послуг по перевезенню пасажирів та інших чинників. І що саме головне – в якості параметру оптимізації цих показників перевізного процесу повинна виступати оцінка ефективності залучених інвестицій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

При визначенні потреби маршрутів в рухомому складі пропонується виходити з наявних ресурсів і можливостей інформаційного забезпечення. Методи визначення потреби в рухомому складі повинні забезпечувати цілісність вихідної та отриманої інформації, а також поєднання критеріїв оптимальності даної задачі з іншими задачами організації перевезень [1].

Задача вибору типу та кількості автобусів виникає при відкритті нових маршрутів, при заявці на поповнення парку транспортних засобів, а також як допоміжна при розподілі автобусів по маршрутам.

На вибір місткості та кількості автобусів і на розподіл їх за маршрутами впливає велика кількість факторів технічного – економічного і соціального характеру.

У роботі [2] вирізняють три методи розрахунку потрібного числа автобусів на маршруті: за продуктивністю автобусів, за пасажиропотоком і за інтервалом руху автобусів.

У ряді випадків потрібна кількість автобусів на маршруті визначається на основі дорожніх умов, витрат на перевезення, провізної здатності автобусів тощо.

У роботі [3] пропонують обирати тип автобуса по місткості шляхом графоаналітичного порівняння наявних моделей рухомого складу (що задовольняють іншим вимогам міських перевезень) по собівартості перевезень і інтервалу руху (якість обслуговування населення).

У роботі [4] зазначається, що на кожному з маршрутів можуть використовуватись автобуси різної місткості в залежності від величини пасажиропотоку. Використання автобусів малої місткості при великій потужності пасажиропотоків збільшує необхідну кількість автобусів, підвищує завантаження вулиць і збільшує собівартість перевезень. Експлуатація автобусів великої місткості з пасажиропотоком малої потужності призводить до великих інтервалів руху, великих витрат часу пасажирів на пересування.

В результаті проведених досліджень рекомендовано спосіб визначення оптимальної структури парку пасажирських транспортних засобів міста. При цьому основним критерієм вибору раціональної місткості автобусів на певному маршруті приймається інтервал руху [4].

Сьогодні формування тарифів на послуги з перевезення пасажирів належно не обґрунтовано. Методика їх визначення є обов'язковою для застосування під час встановлення регульованого тарифу органами виконавчої влади та місцевого самоврядування на послуги пасажирського автомобільного транспорту [5]. Тарифи на послуги перевезень пасажирів на території територіальної громади міст та населених пунктів регулюють їхні виконавчі органи за методикою, яка встановлює економічно обґрунтований тариф з грошовим прибутком 10%. Відсутність чіткого визначення регульованого тарифу створює вимушені умови роботи перевізника в зоні відсутності прибутку або у зоні збитковості. До розрахунку тарифу входить плановий прибуток [6–8].

Наявна методика розрахунку тарифів на послуги пасажирського автомобільного транспорту потребує вдосконалення в частині редагування формули розрахунку величини доходів від інших видів діяльності, а також в частині включення до формули розрахунку різних видів проїзних документів [9].

Згідно з [11], в даний час знайти однозначний критерій ефективності функціонування пасажирського транспорту не вдається. При цьому важливо враховувати такі показники, як ціна поїздки, прибуток і доходи, хоча вони не єдині. Тому використання багатокритеріального підходу у визначенні ефективності транспортного процесу найбільш правильне рішення. В такому випадку використовують цілу низку показників, які враховують всебічно всі задачі, поставлені перед пасажирським транспортом.

Формулювання мети дослідження

Метою даного дослідження є оптимізація значень показників перевізного процесу в залежності від ефективності використовуваних при цьому інвестиційних ресурсів. До числа чинників перевізного

процесу віднесені такі, як об'єм перевезень пасажирів на діючому маршруті, вартість послуг по перевезенню пасажирів, довжина маршруту, пасажиромісткість одиниці рухомого складу та вартість її придбання тощо.

Викладення основного матеріалу дослідження

Для реалізації цілей дослідження був зроблений вибір транспортних засобів на користь торгово-сервісного будинку «Богдан» - структурного підрозділу корпорації «Богдан». Цей вибір обумовлений, в першу чергу, тим, що у виробничій програмі підприємств є присутніми моделі усіх класів: малі, середні, великі і надвеликі автобуси різних модифікацій і пасажиромісткості. Усі транспортні засоби відповідають різним пасажиропотокам, умовам дорожнього покриття і, що важливо, пропускній спроможності доріг.

По кожному з вибраних автобусів їх техніко-експлуатаційні показники наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Техніко-експлуатаційні показники досліджуваних автобусів «Богдан»

Технічні дані автобусів		A201.11	A302.21	A601.21
Місткість, q_a , пас.		48	65	99
Ціна, C_a , грн., (без ПДВ)*		913 260	1 273 492	1 723 340
Лінійна витрата палива, H_l , л/100км:				
при швидкості 60 км/год.		16,0	20,0	22,0
при швидкості 80 км/год.		17,0	22,0	24,0
Витрата мастила на 100 л палива	H_{pm} , л/100л	2,0	2,4	3,2
	H_m , кг/100л	0,10	0,12	0,15
Норматив витрат на ТО і ремонт автомобілів на пробіг, H_{mor} , грн./1000км		620	750	820
Обсяг витрат, пов'язаних із придбанням і доставкою одного автомобіля, C_o , грн.		5500	5800	6200
Норма відрахувань на відновлення шин, $H_{ш}$,%/1000км		1,06		
Розмір шини		215/75R17,5	235/75R17,5	275/70R22,5
Ціна комплексу шин, $C_{ш}$, грн.		3400	4500	5500
Кількість комплектів шин на авто, без урахування запасного, $n_{ш}$, од.		6		
Швидкість сполучення для марки, V_c , км/год.		37,0		

* по курсу НБУ \$27.7958 / €31.5538. Від 27.11.2018 року.

Для визначення параметрів роботи пасажирських маршрутів в процесі виконання господарчої роботи «Розроблення маршрутної мережі міських автобусних маршрутів загального користування у м. Херсон», згідно договору ГД 10/2016 з Херсонською міською Радою, були проведені табличне і документоване обстеження роботи мережі міських автобусних маршрутів. У результаті табличного обстеження отримана інформація про обмін пасажирів на існуючих зупиночних пунктах. Документоване обстеження дозволило зібрати інформацію про добовий обсяг перевезень на чинному маршруті в робочий день, візуальне - про коефіцієнти нерівномірності обсягів перевезень у заданому напрямку [10].

У цьому ж напрямку було проведено опитування пасажирів про їхню готовність користуватися послугами маршрутного таксі, у результаті якого визначений наявний зміст потенційних пасажирів у загальному обсязі перевезень по напрямку, що залежить від дальності поїздки пасажирів.

Так як умови лізингу є набагато ліберальнішими в порівнянні з умовами фінансового кредиту в частині їх виконання, то в розрахунках був розглянутий варіант фінансування інвестиційного проекту через лізинг.

Таким чином були узгоджені значення усіх, необхідних для розрахунків, організаційно-технічних показників.

Використовувалися також значення даних загального характеру станом на листопад 2018 року, наведені у табл. 2.

Досліджувані чинники і рівні їх варіювання представлені в табл. 3. Мінімальне значення вартості послуги було приймаємо в розмірі 4,0 грн., як недавно існуючої відносно моменту проведення дослідження на міських пасажирських маршрутах в місті Херсон. Значення показників, таких як добовий обсяг перевезень і довжина маршруту, визначалися згідно [10].

Таблиця 2

Довідкові дані загального характеру

Показники		Позначення	
		Умовне	Числове
Кількість днів у році	календарних	D_k	365
	робочих	D_p	241
Норматив заробітної плати водія з нарахуваннями		H_{zn}	0,12
Ціна 1 л палива, грн.		C_n	34,00
Ціна 1 л рідких мастил, грн		C_{pm}	240,00
Ціна 1 кг густих мастил, грн		C_m	260,00
Надлишок до норми витрати палива в зимовий період, %		H_{zn}	5
Коефіцієнт витрат на придбання і доставку палива		k_{nm}	1,03
Норма витрат на внутрішньогосподарські потреби, %		k_{ge}	2
Норматив нарахування на заробітну плату, %		H_n	37,5
Середній посадовий оклад робітника управлінського персоналу, грн.		D_o	6500
Норматив загальногосподарських витрат, %		$H_{z\sigma}$	20
Витрати на організацію й оформлення проекту, грн.		S_o	20 000
Витрати, пов'язані з постановкою автомобіля на облік й оформленням на нього документів, грн.		S_{no}	3500
Норма відрахувань на відновлення шин, %/1000км		H_{uu}	1,06
Термін реалізації інвестиційного проекту, роки		T_{pn}	4
Річні процентні виплати до лізингу від початкової вартості, %		P_p	25
Ставка податку з доданої вартості, %		P_{ov}	20
Ставка податку з прибутку, %		P_n	25
Норма річних відрахувань на амортизацію автобусів, %		H_a	25

Таблиця 3

Досліджувані чинники перевізного процесу та рівні їх варіювання

Найменування чинників	Умовне позначення	Рівні варіювання		
		min	(min+max)/2	max
Вартість послуги, грн./пас.	p	4	8	12
Довжина маршруту, км	l_m	10	20	30
Добовий обсяг перевезень на існуючому маршруті, пас.	Q_o	1 000	6 000	11 000

Оцінка загальної ефективності проектів передбачала розрахунок таких показників, як: чиста поточна вартість (NPV), індекс прибутковості (PI), ставка внутрішньої прибутковості (IRR) та дисконтований період окупності (DPB). Розрахунки проводилися для відповідних точок плану дослідження, що передбачали поєднання різних значень досліджуваних показників перевізного процесу щодо вибраних типів автобусів з використанням відповідно запрограмованих електронних таблиць Microsoft Excel.

Отримані результати відображають відповідні етапи розрахункового процесу, а саме:

- розрахунок планових доходів від перевезень на маршруті,
- розрахунок показників щодо організації перевезень на маршруті,
- розрахунок витрат на реалізацію проекту (капітальні витрати на проект, поточні витрати щодо надання послуг, виплати по позиковому капіталу, основні податки і збори),
- оцінка ефективності проекту (визначення ставки дисконту, показників ефективності проекту).

На основі сформованої таблиці порохованих значень показників ефективності інвестиційних проектів (індексу прибутковості інвестицій) були встановлені залежності зв'язку ефективності інвестиційних проектів з основними техніко - економічними чинниками пасажирських перевезень у вигляді табл. 4.

Таблиця 4

**Оптимальні (ефективні) показники перевізного процесу на мережі автобусних маршрутів
м. Херсон за умов періоду окупності залучених інвестицій 3,8 роки
та їх мінімально-необхідних сум**

Довжина маршруту, км	Тип класу автобусу	Добовий обсяг перевезень на маршруті, пас.					
		1 000	3 000	6 000	8 000	9 000	11 000
		Ціна проїзду (середня на маршруті), грн./пас.					
		Сума необхідних інвестицій (лізинг), грн.					
до 10	малий	8,90	4,00	2,70	3,05	2,85	2,60
		376304			752608		
	середній	10,80	4,55	2,95	2,60	3,25	2,90
		520997			1041994		
	великий	12,9	5,00	3,00	2,50	2,35	2,15
		701736					
11...20	малий	10,35	5,50	5,00	4,85	4,85	4,75
		376304			940760	1128912	1317064
	середній	12,20	6,00	5,50	4,85	4,65	4,55
		520997		1041994			1302492
	великий	14,10	6,10	4,00	4,70	4,45	4,00
		701736			1403472		
21...30	малий	11,80	8,75	7,50	6,95	6,85	6,70
		752608		940760	1317064	1505216	1693368
	середній	13,65	7,45	6,90	6,65	6,80	6,60
		520997		1041994	1302492	1562990	1823489
	великий	15,25	7,25	6,60	5,75	5,50	5,50
		701736			1403472		

- рекомендується організація маршрутів згідно критеріям вибору
- допускається за умов наявності альтернативних рішень
- не рекомендується організація маршрутів

Висновки

Рекомендовані показники перевізного процесу на мережі автобусних маршрутів м. Херсон. Використання їх для цілей практичного застосування вимагає наступного:

- автобуси малої місткості необхідно використовувати на маршрутах довжиною до 20...25 км при добовому обсязі перевезень не більше 6000 пасажирів, але й не менше 3000 пасажирів. Вартість проїзду, при цьому, повинна варіюватися по маршрутах і складати від 3,00 до 7,00 грн./пас.

- автобуси середньої та великої місткості необхідно використовувати на маршрутах довжиною 30 км і більше. Добовий обсяг перевезень для автобусів середньої місткості повинен складати не менше 6000 пасажирів, а для автобусів великої місткості - не менше 8000 пасажирів. Вартість проїзду також повинна варіюватися по маршрутах і складати від 5,50 до 7,00 грн./пас.

Як показують розрахунки, найбільш значимим чинником перевізного процесу є добовий обсяг перевезень на маршруті. Тому вартість проїзду доцільно варіювати між маршрутами тільки у випадку гарантованої відповідності вишуканих і фактичних значень обсягів перевезень на них. Якщо ж такої впевненості не має, то треба визначити середньо - зважену вартість перевезень на мережі, розробивши відповідну науково – методичну базу додаткових досліджень з використанням отриманих результатів у даній роботі.

Список використаної літератури

1. Антошвілі М.Е., Айберман С.В., Спірін І.В. Оптимізація міських автобусних перевезень . – М.: Транспорт, 2012. – 200 с.
2. Касаткин Ф.П. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса. Академический проект. - М., 2014. - 352 с.
3. Глемин А.М., Третьяков А.М. Пассажи́рские автомобильные перевозки и безопасность дорожного движения. Учебное пособие. - Бийск, БТИ АлтГТУ, 2017. - 96 с.
4. Мороз М.М. Удосконалення транспортної системи пасажирських перевезень м. Кременчук. Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). ПолтНТУ, 2014. Вип. 2 (41). С.156-163.
5. Методика розрахунку тарифів на послуги пасажирського автомобільного транспорту, затверджена Наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 17.11.2009 № 1175. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z1146-09>.
6. Савченко Л. А. Методика розрахунку тарифів на послуги пасажирського автомобільного транспорту. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2017.
7. Овчар П. Конкурсне забезпечення пасажирських перевезень в умовах України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2016, с. 230-233.
8. Організація і управління пасажирськими автомобільними перевезеннями / Навчальний посібник І.Г. Крамаренко, В.К. Доля, Т.В. Харченко. Під редакцією І.Г. Крамаренка / - Харків: 2002. - 382с.
9. Заяц О.В. Вплив ціноутворення на інвестиційну діяльність у площині контролінгу організаційно-економічних методів. Науковий вісник Причорноморські економічні студії. Випуск 27– К., 2018, с. 133-138.
10. Розроблення маршрутної мережі міських автобусних маршрутів загального користування у м. Херсон: господарча робота згідно договору ГД 10/2016 з Херсонською міською Радою / за ред. П.В. Луб'яного. Херсон: ХНТУ, 2017. 151 с.
11. Яновський П.О. Пасажирські перевезення: Навчальний посібник. – Київ.: НАУ, 2008.- 469 с.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Андропова Олена Валеріївна	к.т.н., доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики Херсонського національного технічного університету E-mail: kev_ku@ukr.net
Араффа Хальдун	аспірант національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського» E-mail: AraffaKh@gmail.com
Артеменко Тетяна Петрівна	асистент кафедри технологій та конструювання швейних виробів Київського національного університету технологій та дизайну E-mail: t-p-art@hotmail.com
Безвесільна Олена Миколаївна	д.т.н., професор кафедри приладобудування Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського» E-mail: o.bezvesilna@gmail.com
Березненко Сергій Миколайович	д.т.н., професор, завідувач кафедри технологій та конструювання швейних виробів Київського національного університету технологій та дизайну E-mail: bersenik@ukr.net
Броварець Олександр Олександрович	к.т.н., доцент, завідувач кафедри інформаційно-технічних та природничих дисциплін Київського кооперативного інституту бізнесу і права E-mail: brovaretsnau@ukr.net
Бурак Валентина Геннадіївна	к.т.н., доцент, завідувач кафедри інженерії харчового виробництва ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» E-mail: burak_v@ro.ru
Верещага Віктор Михайлович	д.т.н., професор, завідувач кафедри математики і фізики Мелітопольського державного педагогічного університету ім. Богдана Хмельницького E-mail: lyksyushka24@gmail.com
Войтович Ольга Андріанівна	к.т.н., доцент кафедри транспортних систем і технічного сервісу Херсонського національного технічного університету E-mail: olgavoytovich@ukr.net
Гірік Денис Олексійович	студент кафедри транспортних систем та технічного сервісу Херсонського національного технічного університету E-mail: scrapycoco3937@gmail.com
Гнідець Василь Петрович	к.х.н., доцент кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції Херсонського національного технічного університету E-mail: wapeg@mail.ru
Данова Карина Валеріївна	к.т.н., доцент кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова E-mail: bgd204@yahoo.com
Дербеденєв Антон Вадимович	студент кафедри транспортних систем та технічного сервісу Херсонського національного технічного університету E-mail: joyer144@mail.ru
Діхтієвський Олександр Віталійович	здобувач кафедри комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій Національного авіаційного університету, начальник цеху ПАТ «НВО» Київський завод автоматики E-mail: Sasha.home89@ukr.net
Дмитрієв Дмитро Олексійович	д.т.н., професор, в.о. завідувача кафедри транспортних систем і технічного сервісу Херсонського національного технічного університету E-mail: dmitr_da@ukr.net
Дмитрієва Наталія Юріївна	студент кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції Дніпровського державного аграрно-економічного університету E-mail: midasmag13@gmail.com

Єпик Марина Олександрівна	к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних технологій Донецького національного університету ім. Василя Стуса E-mail: marinayepik@gmail.com
Єщенко Катерина Олександрівна	студент кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції Херсонського національного технічного університету E-mail: lyudmilasaleba@gmail.com
Ільченко Микола Васильович	провідний інженер-конструктор «Публічного Акціонерного Товариства «Науково- виробниче об'єднання «Київський завод автоматики» E-mail: inv125@ukr.net
Калина Вікторія Сергіївна	к.т.н., доцент кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції Дніпровського державного аграрно-економічного університету E-mail: viktoriya-kalina@ukr.net
Кудін Олег Олексійович	старший викладач кафедри морського приладобудування Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв E-mail: oleg.kudin@nuos.edu.ua
Кулігін Михайло Львович	д.т.н., доцент кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції Херсонського національного технічного університету E-mail: mkuligin@gmail.com
Курак Владислав Володимирович	к.т.н., доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики Херсонського національного технічного університету E-mail: vk_74@ukr.net
Кучма Марія Іванівна	к.ф.-м.н., доцент кафедри вищої математики Національного університету «Львівська політехніка» E-mail: markuchma@ukr.net
Лайкун Дарина Олександрівна	магістр кафедри технологій та конструювання швейних виробів Київського національного університету технологій та дизайну E-mail: daryamoreno@gmail.com
Лисенко Ксенія Юріївна	аспірант кафедри прикладної математики та комп'ютерних технологій Мелітопольського державного педагогічного університету ім. Богдана Хмельницького E-mail: lyksyushka24@gmail.com
Литвиненко Наталія Миколаївна	к.т.н., с.н.с., доцент Київського національного університету культури і мистецтв E-mail: litvinenko.knutd@gmail.com
Луб'яна Наталія Павлівна	аспірант кафедри економіки і підприємництва Херсонського національного технічного університету E-mail: luckykh1980@gmail.com
Луб'яний Павло Вікторович	к.т.н., доцент кафедри транспортних систем та технічного сервісу Херсонського національного технічного університету E-mail: Lubpavel@ukr.net
Макарова Лідія Миколаївна	к.т.н., доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв E-mail: lidiia.makarova@nuos.edu.ua
Мартиросян Ірина Ашотівна	старший викладач кафедри товарознавства та митної справи Одеської національної академії харчових технологій E-mail: miaviva@ukr.net
Мешков Юрій Євгенович	к.т.н., доцент кафедри транспортних систем і технічного сервісу Херсонського національного технічного університету E-mail: mieshkov.yuri@gmail.com
Новікова Наталія Володимирівна	к.с.-г.н., старший викладач ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» E-mail: Novikova-NV@i.ua

Олійник Олександр Володимирович	студент кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції Дніпровського державного аграрно-економічного університету E-mail: infoaukro@meta.ua
Павлюк Анна Юріївна	студент Київського національного університету культури і мистецтв E-mail: pavlyuk.anya.98@gmail.com
Пахолюк Олена Василівна	к.т.н., доцент кафедри товарознавства та експертизи в митній справі Луцького національного технічного університету E-mail: o.pakholiuk@lntu.edu.ua
Петренко Олексій Володимирович	начальник СКБ «Публічного Акціонерного Товариства «Науково- виробниче об'єднання «Київський завод автоматики» E-mail: kvg_group@ukr.net
Приходько Наталія Василівна	к.е.н., доцент, доцент кафедри фінансів Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв E-mail: natalia.prykhodko@nuos.edu.ua
Рибін Вадим Олегович	старший викладач кафедри комп'ютерних систем та мереж Запорізького національного технічного університету E-mail: V_rybin@i.ua
Русанов Сергій Аркадійович	к.т.н., доцент кафедри транспортних систем і технічного сервісу Херсонського національного технічного університету E-mail: ohvpbm@i.ua
Салєба Людмила Володимирівна	к.т.н., доцент кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції Херсонського національного технічного університету E-mail: lyudmilasaleba@gmail.com
Семак Богдан Дмитрович	д.т.н., професор Львівського національного торговельно-економічного університету E-mail: miaviva@ukr.net
Скропишева Олена Віталіївна	к.т.н., доцент кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції Херсонського національного технічного університету E-mail: Skropysheva.Olena@kntu.net.ua
Славич В'ячеслав Петрович	к.т.н., доцент кафедри транспортних систем та технічного сервісу Херсонського національного технічного університету E-mail: vslavich@ukr.net
Ткач Михайло Мартинович	к.т.н., доцент кафедри технічної кібернетики національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського» E-mail: mm.tkach77@gmail.com
Точилін Сергій Дмитрович	к.ф.-м.н., доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж Запорізького національного технічного університету E-mail: tochno@gmail.com
Федорчук Дмитро Дмитрович	аспірант кафедри транспортних систем і технічного сервісу Херсонського національного технічного університету E-mail: vistelon.fd@gmail.com
Чурсов Сергій Олександрович	студент кафедри транспортних систем і технічного сервісу Херсонського національного технічного університету E-mail: chursov16996@gmail.com
Якименко Сергій Васильович	к.т.н., доцент кафедри транспортних систем та технічного сервісу Херсонського національного технічного університету E-mail: sergij@softportal.com
Яценко Андрій Михайлович	студент кафедри енергетики, електротехніки і фізики Херсонського національного технічного університету E-mail: rabotanv@i.ua
Яценко Наталія Володимирівна	старший лаборант кафедри енергетики, електротехніки і фізики Херсонського національного технічного університету E-mail: rabotanv@i.ua

**Яценко
Марина Володимирівна**

к.т.н., доцент кафедри технологій та конструювання швейних виробів Київського національного університету технологій та дизайну
E-mail: marynavlad@gmail.com

ПРАВИЛА ПРИЙОМУ СТАТЕЙ

**ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ
У НАУКОВИЙ ФАХОВИЙ ЖУРНАЛ «ВІСНИК ХЕРСОНСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»**

До журналу приймаються оригінальні статті, що не публікувалися в інших виданнях. **Обсяг рукопису** – від 5 до 10 повних сторінок. Статті публікуються українською, російською та англійською мовами.

Обов'язкові елементи статті:

- індекс УДК у верхньому лівому кутку листа (*Times New Roman, 12 nm*);
- ініціали та прізвище автора великими літерами у верхньому правому кутку сторінки (*Times New Roman, 12 nm*), із зазначенням місця роботи повністю справа (*Times New Roman, 8 nm*);
- назва статті великими літерами, по центру (*Times New Roman, 12 nm, жирний*); назва статті подається без використання вузькоспеціалізованих скорочень, крапка в кінці назви не ставиться;
- основний текст статті (*Times New Roman, 10 nm*).

Основний текст статті повинен мати такі виділені елементи:

- **постановка проблеми**
- **аналіз останніх досліджень і публікацій**
- **формулювання мети дослідження**
- **викладення основного матеріалу дослідження**
- **висновки**
- **список використаної літератури**

Список використаної літератури оформлюється згідно з ДСТУ 8302:2015. «БІБЛІОГРАФІЧНЕ ПОСИЛАННЯ Загальні положення та правила складання».

Після назви статті обов'язково надаються анотації **українською, російською та англійською мовами** (*Times New Roman, 10 nm, курсив*) (**текст ідентичний, обсяг – не менше 1800 друкованих знаків, включаючи ключові слова**), де вказується назва статті, ініціали та прізвище автора, характеристика основної проблеми, мети, узагальнених результатів та ключові слова.

Статті подаються у вигляді файла формату *doc* для *Word for Windows* у незаархівованому вигляді. Шрифт *Times New Roman*, розмір – 10, інтервал – одинарний, поля: зліва – 25 мм; справа – 25 мм; зверху – 25 мм; знизу – 25 мм, відступ першої строчки – 127 мм, сторінки не пронумеровані. Таблиці слід виконувати в Excel чи Word, рисунки потрібно подавати у чорно-білому варіанті, вони мають бути згруповані. Для набору формул використовувати лише редактор формул Microsoft Equation 3.0.

Шрифт у заголовках, текстах, рисунках повинен співпадати. Ілюстрації, діаграми, схеми, таблиці та формули оформлюються відповідно до Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника (Постанова Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 №567).

Приклад оформлення рукопису для представлення в редколегію подано у додатку 1.

Статті, які не відповідають наведеним вимогам, до друку не приймаються.

До редколегії направляються:

- **електронна копія** статті на e-mail: vestnikntu@gmail.com, назва файлу повинна відповідати прізвищу першого автора;
- **експертний висновок** щодо відсутності відомостей, заборонених для відкритого опублікування;
- **рецензія** доктора наук з рекомендацією до друку (*якщо серед авторів немає доктора наук за відповідним напрямом*);
- **заява авторів** на опублікування статті;
- **авторська довідка** за формою (додаток 2).

Телефон редколегії (0552) 326907

Додаток 1

**ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ РУКОПISУ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕННЯ У
РЕДАКЦІЮ (ПОДАНО ФРАГМЕНТ СТАТТІ)**

УДК 667.021.1

В.С. КОРОЛЕНКО, І.Ф. БОНДАРЬ
Херсонський національний технічний університет
С.О. ІВАНОВА
Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків

**ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ
ДЕФОРМУЮЧОГО ІНСТРУМЕНТУ ПРИ ГІДРОПРЕСУВАННІ ТРУБЧАТИХ
ЗАГОТОВОК МЕТОДОМ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

У даній роботі розглянута кінцево-елементна модель процесу гідроекструзії трубчастих заготовок у середовищі високих гідростатичних тисків, необхідних для підвищення пластичності сталі 30ХН2МФА при холодному формоутворенні виробів. Результати моделювання показали можливість реалізувати процес при дії значного гідростатичного тиску (750 МПа) на вільну поверхню заготовки. При меншому тиску відбувається характерне руйнування ще на початкових етапах деформування на зовнішній поверхні заготовки. Дослідження ПДВ матриці з використанням методу кінцевих елементів підтвердило достатню міцність і надійність інструменту при отриманні прецизійних трубчастих виробів гідропресування з рухомою гладенькою оправкою. Натурні експерименти підтвердили адекватність комп'ютерного моделювання та ефективність запропонованого методу виготовлення високоточних довгомірних трубчастих виробів.

.....

Ключові слова: гідропресування, гідроекструзія, деформування, матриця, моделювання, міцність, надійність, руйнування.

В.С. КОРОЛЕНКО, І.Ф. БОНДАРЬ
Херсонский национальный технический университет
С.О. ИВАНОВА
Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
ДЕФОРМИРУЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ГИДРОПРЕССОВАНИИ ТРУБЧАТЫХ
ЗАГОТОВОК МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

В данной работе рассмотрена конечно-элементная модель процесса гидроэкструзии трубчатых заготовок в среде высоких гидростатических давлений, необходимых для повышения пластичности стали 30ХН2МФА при холодном формообразовании изделий. Результаты моделирования показали возможность реализовать процесс при действии значительного гидростатического давления (750 МПа) на свободную поверхность заготовки. При меньшем давлении происходит характерное разрушение еще на начальных этапах деформирования на внешней поверхности заготовки. Исследование НДС матрицы с использованием метода конечных элементов подтвердило достаточную прочность и надежность инструмента при получении прецизионных трубчатых изделий гидропрессования с подвижной гладкой оправкой. Натурные эксперименты подтвердили адекватность компьютерного моделирования и эффективность предложенного метода изготовления высокоточных длинномерных трубчатых изделий.

.....

Ключевые слова: гидропрессование, гидроэкструзии, деформирование, матрица, моделирование, прочность, надежность, разрушение.

V.S. KOROLENKO, I. F. BONDAR

Kherson National Technical University

S.O. IVANOVA

Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy, Kharkiv

THE RESEARCH OF DEFLECTED MODE OF THE DEFORMING TOOL DURING THE HYDRAULIC FORGING OF TUBULAR BLANKS BY THE METHOD OF FINITE ELEMENTS

In this work, the finite element model of the hydrostatic extrusion process of tubular blanks in the medium of high hydrostatic pressure that are necessary for increase ductility of steel 30HN2MFA during the cold forming products, was considered. The modelling results showed the possibility to realize a process with effect of considerable hydrostatic pressure (750 MPa) on the free surface of blank. There is characteristic destruction still on the initial stages of deformation on the external surface at less pressure.

The research of deflected mode of mould using the method finite elements confirmed accommodate strength and reliability of the tool in the receipt of precision tubular products by hydraulic forging with the smooth moving mandrel.

The full-scale experiments confirmed the adequacy of computer simulation and the efficiency of introduced method of manufacturing exacting long-measuring tubular products.

.....

Keywords: hydraulic forging, hydrostatic extrusion, deformation, mould, modelling, strength, reliability, destruction.

Постановка проблеми

Товстостінні трубчасті вироби з прецизійними елементами внутрішнього профілю (6 ... 8 квалітет, при шорсткості 0.16 ... 0.64 мм) досить широко застосовуються в машинобудуванні, приладобудуванні та виробках спеціального призначення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Ефективність дії рідини під високим тиском на пластичність при механічних випробуваннях зразків і в процесах прямого видавлювання показана в роботах [1-3].

У зв'язку з цим, був запропонований перспективний метод отримання високоточних довгомірних трубчастих виробів з підвищеними експлуатаційними властивостями методом гідропресування на гладкій оправці [4, 5].

Формулювання мети дослідження

Метою роботи було вивчення можливості отримання довгомірних трубчастих заготовок методами холодного пластичного деформування.

Викладення основного матеріалу дослідження

Розрахунок матриці проводили в умовах, наближених до реальних, при максимальних значеннях зусилля видавлювання P (630 кН) і гідростатичного тиску q (750 МПа), яке впливає на матрицю. Вихідні дані для розрахунку матриці наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Задані вихідні дані для розрахунку матриці

№ з/п	Матеріал матриці	Модуль пружності, ГПа	Межа міцності, МПа	Твердість, HRC ₃
1	P18	228	2250	66
2

.....

$$\varphi = N_k \frac{\cos(2 \cdot l \cdot \omega)}{\sqrt{j \cdot Q \cdot \alpha_i}}, \quad (1)$$

де φ – ... ;

...

 α_i – .

.....

Висновки

1. За результатами чисельного експерименту були визначені необхідні параметри гідропресування, остаточна геометрична форма деформованої заготовки та її ПДВ.

2. Проведене моделювання показало, що даний процес можливо реалізувати із значним гідростатичним тиском на вільній поверхні заготовки (750 МПа), тоді як при меншому тиску відбувається характерне руйнування ще на початкових етапах деформування на зовнішній поверхні заготовки.

Список використаної літератури

1. Акофф Р. Л. Идеализированное проектирование : как предотвратить завтрашний кризис сегодня. Создание будущего организации / Акофф Р. Л., Магидсон Д., Эддисон Г. Д. ; пер. с англ. Ф. П. Тарасенко. – Днепропетровск : Баланс Бизнес Букс, 2007. – XLIII, 265 с.
2. Петров П. П. Активність молодих зірок сонячної маси : дис.... доктора фіз., -мат. наук : 01.03.02 / Петров Петро Петрович. – К., 2005. – 276 с.
3. Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / Чугаева В. И. ; заявитель и патентообладатель Воронеж, науч. – исслед. ин-т связи. – № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.).
4. Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі: електронні ресурси в науці, культурі та освіті (підсумки 10-ї Міжнар. конф. "Крим-2003") [Електронний ресурс] / Л. Й. Костенко, А. О. Чекмарьов, А. Г. Бровкін, І. А. Павлуша // Бібліотечний вісник – 2003. – № 4. – С. 43. – Режим доступу до журн. : [http : //www.nbuv.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm](http://www.nbuv.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm).

.....

Додаток 2

Авторська довідка

**Бондарь
Иван Федорович**

к.т.н., доцент кафедри фізики Херсонського національного
технічного університету
E-mail: bondar_if@gmail.com

**Рукописи для розгляду редколегією журналу приймаються (для попередньої експертизи)
у навчально-науковий відділ Херсонського національного технічного університету**

за адресою:

м. Херсон, Бериславське шосе, 24, каб. 413. Тел. (0552) 32-69-07.

E-mail: vestnikntu@gmail.com

Редакційна колегія журналу «Вісник ХНТУ»

ВІСНИК

Херсонського національного технічного університету

Відповідальний за випуск	головний редактор Литвиненко В.І. д.т.н., професор, завідувач кафедри інформатики і комп'ютерних наук
Макетування	Власенко А.Л.
Відповідальний секретар	Вольвач І.Ю. к.е.н., доцент, завідувач навчально-наукового відділу

Свідоцтво про державну реєстрацію засобу масової інформації –
серія КВ № 17371-6141 от 17.12.2010

Підписано до друку 3.09.2019 р. Формат 60x84 /16 Папір ксерокс.
Ум. друк. аркушів . Замовлення № . Тираж 100 прим.

Матеріали друкуються в авторській редакції.
Відповідальність за достовірність даних, зазначених у статтях,
несуть їх автори.

© Херсонський національний технічний університет 2019

Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В.С.
73000, Україна, м. Херсон, вул. Соборна, 2
тел. (050) 133-10-13, (050) 514-67-88
E-mail: printvvs@gmail.com