



RS Global

ISSN 2413-1032



WORLD SCIENCE

Multidisciplinary Scientific Edition



RS Global

WORLD SCIENCE

*№ 5(66)
May 2021*

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws

All articles are published in open-access and licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0). Hence, authors retain copyright to the content of the articles. CC BY 4.0 License allows content to be copied, adapted, displayed, distributed, re-published or otherwise re-used for any purpose including for adaptation and commercial use provided the content is attributed. Detailed information at Creative Commons site: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Publisher –
RS Global Sp. z O.O.,

Warsaw, Poland

Numer KRS: 0000672864
REGON: 367026200
NIP: 5213776394

Publisher Office's address:
Dolna 17, lok. A_02
Warsaw, Poland,
00-773

Website: <https://rsglobal.pl/>
E-mail: editorial_office@rsglobal.pl
Tel: +4(822) 602 27 03

DOI: 10.31435/rsglobal_ws
OCLC Number: 1051262033
Publisher - RS Global Sp. z O.O.
Country – Poland
Format: Print and Electronic version
Frequency: monthly
Content type: Academic/Scholarly

EDITORIAL BOARD:

Dmytro Marchenko Ph.D., Associate Professor
Mykolayiv National Agrarian University, Ukraine

Manwendra Kumar Tripathi Ph.D., National
Institute of Technology Raipur Chhattisgarh, India

Masoud Minaei Ph.D. of GIScience, Ferdowsi
University of Mashhad, Iran

Nobanee Haitham Associate Professor of Finance,
Abu Dhabi University, United Arab Emirates

Almazari Ahmad Professor in Financial
Management, King Saud University-Kingdom of Saudi
Arabia, Saudi Arabia

Lina Anastassova Full Professor in Marketing,
Burgas Free University, Bulgaria

Mikiashvili Nino Professor in Econometrics and
Macroeconomics, Ivane Javakhishvili Tbilisi State
University, Georgia

Alkhawaldeh Abdullah Professor in Financial
Philosophy, Hashemite University, Jordan

Mendebaev Toktamys Doctor of Technical
Sciences, Professor, LLP "Scientific innovation center
"Almas", Kazakhstan

Yakovenko Nataliya Professor, Doctor of
Geography, Ivanovo State University, Shuya

Mazbayev Ordenbek Doctor of Geographical
Sciences, Professor of Tourism, Eurasian National
University named after L.N.Gumilev, Kazakhstan

Sentyabrev Nikolay Professor, Doctor of Sciences,
Volgograd State Academy of Physical Education, Russia

Ustenova Gulbaram Director of Education
Department of the Pharmacy, Doctor of Pharmaceutical
Science, Kazakh National Medical University name of
Asfendiyarov, Kazakhstan

Harlamova Julia Professor, Moscow State
University of Railway Transport, Russia

Kalinina Irina Professor of Chair of
Medicobiological Bases of Physical Culture and Sport,
Dr. Sci.Biol., FGBOU VPO Sibirsky State University of
Physical Culture and Sport, Russia

Imangazinov Sagit Director, Ph. D, Pavlodar
affiliated branch "SMU of Semei city", Kazakhstan

Dukhanina Irina Professor of Finance and
Investment Chair, Doctor of Sciences, Moscow State
Medical Dental University by A. I. Evdokimov of the
Ministry of health of the Russian Federation, Russian
Federation

Orehowskyi Wadym Head of the Department of
Social and Human Sciences, Economics and Law, Doctor of
Historical Sciences, Chernivtsi Trade-Economic Institute
Kyiv National Trade and Economic University, Ukraine

Peshcherov Georgy Professor, Moscow State
Regional University, Russia

Mustafin Muafik Professor, Doctor of Veterinary
Science, Kostanay State University named after
A. Baitursynov

Ovsyanik Olga Professor, Doctor of Psychological
Science, Moscow State Regional University, Russian
Federation

Suprun Elina Professor, Doctor of Medicine, National
University of Pharmacy, Ukraine

Kuzmenkov Sergey Professor at the Department of Physics
and Didactics of Physics, Candidate of Physico-mathematical
Sciences, Doctor of Pedagogic Sciences, Kherson State University

Safarov Mahmatali Doctor Technical Science, Professor
Academician Academia Science Republic of Tajikistan, National
Studies University "Moscow Power Institute" in Dushanbe

Omarova Vera Professor, Ph.D., Pavlodar State Pedagogical
Institute, Kazakhstan

Koziar Mykola Head of the Department, Doctor of
Pedagogical Sciences, National University of Water Management
and Nature Resources Use, Ukraine

Tatarintseva Nina Professor, Southern Federal University,
Russia

Sidorovich Marina Candidate of Biological Sciences, Doctor
of Pedagogical Sciences, Full Professor, Kherson State University

Polyakova Victoria Candidate of Pedagogical Sciences,
Vladimir Regional Institute for Educational Development Name
L. I. Novikova, Russia

Issakova Sabira Professor, Doctor of Philology, The
Akt'yubinsk regional state university of K. Zhubanov, Kazakhstan

Kolesnikova Galina Professor, Taganrog Institute of
Management and Economics, Russia

Utebaliyeva Gulnara Doctor of Philological Science, Al-
Farabi Kazakh National University, Kazakhstan

Uzilevsky Gennady Dr. of Science, Ph.D., Russian Academy
of National Economy under the President of the Russian
Federation, Russian Federation

Krokhmal Nataliia Professor, Ph.D. in Philosophy, National
Pedagogical Dragomanov University, Ukraine

Chorny Oleksii D.Sc. (Eng.), Professor, Kremenchuk
Mykhailo Ostrohradskyi National University

Pilipenko Oleg Head of Machine Design Fundamentals
Department, Doctor of Technical Sciences, Chernigiv National
Technological University, Ukraine

Nyyazbekova Kulanda Candidate of pedagogical sciences,
Kazakhstan

Cheshmedzhieva Margarita Doctor of Law, South-West
University "Neofit Rilski", Bulgaria

Svetlana Peneva MD, dental prosthetics, Medical University
- Varna, Bulgaria

Rossikhin Vasilii Full dr., Doctor of Legal Sciences,
National Law University named after Yaroslav the Wise, Ukraine

Pikhtirova Alina PhD in Veterinary science, Sumy national
agrarian university, Ukraine

Temirbekova Sulukhan Dr. Sc. of Biology, Professor,
Federal State Scientific Institution All-Russia Selection-
Technological Institute of Horticulture and Nursery, Russian
Federation

Tsybaliuk Vitalii Professor, Doctor of Medicine, The State
Institution Romodanov Neurosurgery Institute National Academy
of Medical Sciences of Ukraine

CONTENTS

ENGINEERING SCIENCES

- Бурдільна Євгенія, Чорний Олексій, Титюк Валерій, Сергієнко Сергій*
 СИНТЕЗ ЗАКОНУ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ВЕНТИЛЯТОРА
 ЗЕРНОКИДАЧА ДЛЯ ФОКУСУВАННЯ ЗЕРНОВОГО ПОТОКУ..... 4
- Safiyev E. S., Abdullayeva M. Y.*
 NANOTECHNOLOGIES AND CARBON NANOPARTICLES..... 14

TRANSPORT

- Воркут Тетяна Анатоліївна, Луцкай Юрій Володимирович, Харута Віталій Сергійович*
 КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ПРЕЦЕДЕНТНОГО ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛЯ
 ПОСТАЧАЛЬНИКІВ ЛОГІСТИЧНИХ ПОСЛУГ В ПРОЕКТАХ ЛОГІСТИЧНОГО
 АУТСОРСИНГУ..... 21

MEDICINE

- Pashkova O. Ye., Chudova N. I.*
 RISK FACTORS FOR DEVELOPING DIABETIC MYOPATHY IN CHILDREN WITH
 TYPE 1 DIABETES MELLITUS..... 29
- Вірстюк Н. Г., Вацеба Б. Р.*
 ЗМІНИ ХОЛЕЦІСТОКІНІНУ-ПАНКРЕОЗИМІНУ У ХВОРИХ НА ХРОНІЧНИЙ
 НЕКАМЕНЕВИЙ ХОЛЕЦИСТИТ У ПОЄДНАННІ З НЕАЛКОГОЛЬНОЮ ЖИРОВОЮ
 ХВОРОБОЮ ПЕЧІНКИ І СТАБІЛЬНОЮ ІШЕМІЧНОЮ ХВОРОБОЮ СЕРЦЯ..... 34
- Камінський Анатолій Вячеславович, Сербенюк Анастасія Валеріївна,
 Цісарж Олена Олександрівна*
 ПРЕГРАВІДАРНА ПІДГОТОВКА ЖІНОК З КОРЕКЦІЄЮ ВУГЛЕВОДНОГО ОБМІНУ
 ПЕРЕД ПОВТОРНИМИ ЦИКЛАМИ ДРТ З ВИРАЖЕНОЮ НЕДОСТАТНІСТЮ
 ЕНДОМЕТРІЮ..... 40

PHYSICAL EDUCATION AND SPORT

- Бугайов Євгеній Володимирович, Джим Віктор Юрійович*
 ПРОЯВ ПОКАЗНИКІВ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ У ЮНИХ
 ВАЖКОАТЛЕТІВ 10-12 РОКІВ..... 44

ENGINEERING SCIENCES

СИНТЕЗ ЗАКОНУ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ВЕНТИЛЯТОРА ЗЕРНОКИДАЧА ДЛЯ ФОКУСУВАННЯ ЗЕРНОВОГО ПОТОКУ

Бурдільна Євгенія, старший викладач, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук, Україна, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4539-9655>

Чорний Олексій, доктор технічних наук, професор, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук, Україна, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-8270-3284>

Титюк Валерій, Доктор технічних наук, професор, ДВНЗ Криворізький технічний університет, Кривий Ріг, Україна, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1077-3288>

Сергієнко Сергій, кандидат технічних наук, доцент, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук, Україна, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3977-5239>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30052021/7584

ARTICLE INFO

Received: 03 March 2021

Accepted: 16 April 2021

Published: 30 May 2021

KEYWORDS

grain transportation, frequency-regulated electric drive, control law, regression model, experiment planning.

ABSTRACT

The work considers the solution to the urgent problem of reloading grain into vehicles and reducing its damage. The possibility of throwing grain at a given range by creating an appropriate ballistic flight path by adjusting the speed of the electric drive of the belt when it is powered by a frequency converter is substantiated. The problem of reducing the focus of grain scattering by forming the flow of grain and controlling its movement not only when moving on the belt, but also after the separation of the flow and its movement in the air. Focusing of the lower layer is achieved by giving it an additional initial speed, which is provided by the air flow from the fan installed under the belt. For the frequency converter of the electric drive of the fan, in the form of a regression model, the control law which considers parameters of grain and necessary range of transportation is synthesized. Experiment planning theory was used to synthesize the control law.

Citation: Evgeniya Burdilnaya, Olexsii Chornyi, Valerii Tytiuk, Serhiienko Serhii. (2021) Syntez Zakonu Keruvannia Elektroprivodom Ventyliatora Zernokydacha dlia Fokusuвання Zernovoho Potoku. *World Science*. 5(66). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30052021/7584

Copyright: © 2021 Evgeniya Burdilnaya, Olexsii Chornyi, Valerii Tytiuk, Serhiienko Serhii. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Вступ. Завдання агропромислового комплексу країни – забезпечення потреби населення в продовольстві, а також забезпечення обсягів сировини для експорту, від цього безпосередньо залежить як продовольча, так і економічна безпека і незалежність країни. Основа ж агропромислового комплексу – виробництво зернових культур. Забезпечення високої якості зерна на теперішньому етапі розвитку технологій сільськогосподарського виробництва неможливо без використання комплексу сільськогосподарських машин – як збиральних, так і призначених для обробки зернової купи після збирання. Однак в процесі післязбиральної обробки на зерно багаторазово впливають робочі органи сільськогосподарських машин, таких як тримери, металники, очисники і т. д. Аналізуючи схеми післязбиральної обробки зерна, що застосовується в даний час в більшості господарств, легко помітити, що найбільшу кількість операцій з післязбиральної обробки зернової купи так чи інакше пов'язано з його переміщенням, перелопачуванням або метанням, здійснюваних за допомогою спеціальних

машин – зернометальників. Однак застосовувані машини відрізняються значною кількістю недоліків, головний з яких – пошкодження оброблюваного зерна робочими органами [1].

Аналіз комерційних організацій, що пропонують зернометальну техніку на ринку України [2] показав, що найбільш поширеною пропозицією є саме зернометальники ЗМ-60У, ЗМ-90У, ЗМ-100У. Вони є надійними, максимально оптимізують робочі процеси, скорочують тимчасові, фінансові та трудові ресурси.

Проблема зменшення травмування зерна при перевантаженні й транспортуванні та способи її вирішення розглядалися багатьма вітчизняними та зарубіжними авторами [3,4]. Одним з ефективних способів є формування балістичної траєкторії за рахунок регулювання швидкістю конвейєра. Задача вирішується шляхом встановлення частотно-керованого електроприводу. При цьому не використовуються будь які механічні пристрої спрямування потоку зерна (рис.1) [5].

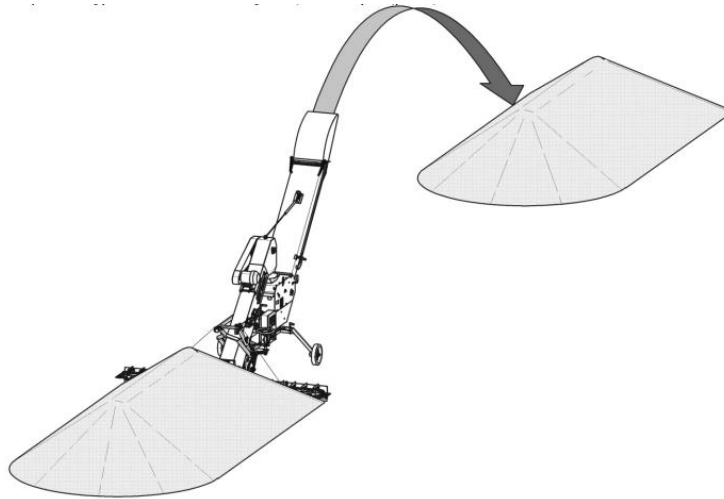


Рис. 1. Перебуртовка зернового матеріалу

Але це не дозволяє вирішити проблему широкого розльоту зерна в точці його приземлення – широкого фокусу розльоту.

Задача вирішення зменшення фокусу розльоту зерна може бути вирішена шляхом формування потоку зерна і управління його рухом не тільки при переміщенні по конвеєрній стрічці, а й після відриву потоку і руху його в повітрі.

Товщина слою зерна на конвеєрній стрічці може становити 5-10 см. Зміна стартової висоти окремих зерен, навіть на 10 см, призводить до зміни дальності їх польоту, і до появи розсіювання зерен в точці приземлення (рис.2). Тому, необхідно так підрегулювати його початкову швидкість, щоб дальність польоту залишилася однакою:

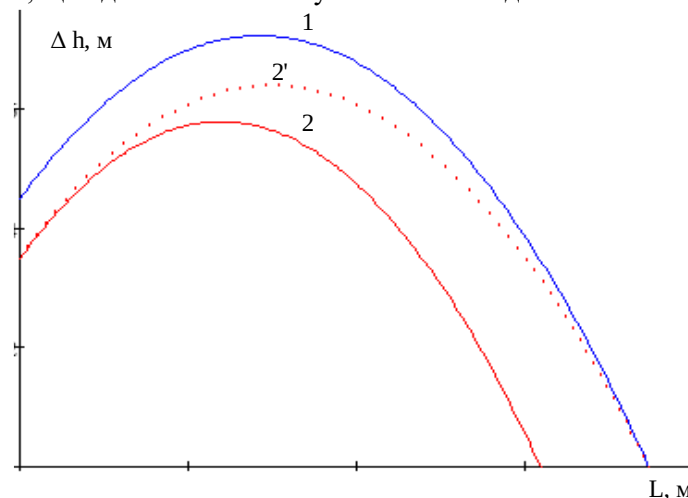


Рис. 2. Траєкторії польоту слоїв зерна:

1 – верхній слой, 2 – нижній слой, 2' – нижній слой з фокусуванням

Фокусування нижнього слою можна досягти шляхом надання йому додаткової початкової швидкості. Однак, початкова швидкість потоку зерна дорівнює швидкості

конвеєрної стрічки. Тож додаткову швидкість можна забезпечити, наприклад струменем повітря від встановленого під конвеєром вентилятора (рис.2, траєкторія 2').

Мета дослідження і актуальним завданням є задача синтезу закону керування електроприводом вентилятора, що забезпечує фокусування потоку зерна в точці приземлення.

В даному дослідженні було використано теорію планування експерименту для синтезу закону керування у вигляді регресійної моделі.

Результати дослідження. Закон керування може бути отриманий на основі умови падіння зерен в одній точці (рис.2):

$$h_1 + \operatorname{tg}(\alpha) \cdot L - \frac{gL^2}{2v_1^2 \cos^2(\alpha)} = h_2 + \operatorname{tg}(\alpha) \cdot L - \frac{gL^2}{2v_2^2 \cos^2(\alpha)}, \quad (1)$$

де L - дальність польоту верхнього слою зерна, м, h_1, h_2 - висота верхнього і нижнього слою зерна, м, α - кут підйому конвеєра, рад, v_1, v_2 - швидкість стрічки конвеєра і струменя повітря вентилятора, відповідно, м/с.

Скорочуючи подібні отримаємо:

$$h_1 - \frac{gL^2}{2v_1^2 \cos^2(\alpha)} = h_2 - \frac{gL^2}{2v_2^2 \cos^2(\alpha)}. \quad (2)$$

Позначимо

$$\beta = \frac{gL^2}{2\cos^2(\alpha)}. \quad (3)$$

Після перетворень остаточно отримаємо:

$$v_2 = v_1 \left(\frac{\beta}{\beta + v_1^2 (h_2 - h_1)} \right)^{-\frac{1}{2}}. \quad (4)$$

Залежність (4) є законом керування швидкістю струменя повітря вентилятора, що забезпечує фокусування дальності польоту потоку зерна. Отриманий вираз завдання на перетворювач частоти електроприводу вентилятора, що забезпечує необхідну швидкість струменя повітря, не враховує тертя зерна об повітря, а також випадковий характер розподілу розміру та маси зернини. Тож числовий опис положення окремих зерен еліпсу розсіювання теж необхідно розглядати як систему випадкових величин. Ця система складається з таких факторів як: маса зернятка m , геометричні розміри зернятка – його еквівалентний радіус r_e та товщина слою зерна на стрічці Δh . Якщо перші два параметра є характеристикою зернових, що транспортуються, то товщина слою на стрічці є величиною, яку можна регулювати. Скористаємося методами теорії планування експерименту, і отримаємо рівняння для залежності швидкості струменя повітря вентилятора від параметрів зернових, що транспортуються у вигляді регресійної моделі.

Для встановлення виду плану експерименту і характеру моделі оцінимо вплив зміни варійованих факторів на розмір фокусу розсіювання зерна.

Припустимо, що метання зерна буде проведене для пшениці і кукурудзи, які вибрані з тих міркувань, що є зерновими які суттєво відрізняються за розміром і масою: пшениця розмір зерна $(5,3 \times 3,15 \times 2,5 \text{ мм}) \pm 40\%$, маса $0,085 \text{ мг} \pm 40\%$ і кукурудзи відповідно $(11,5 \times 8 \times 5,35 \text{ мм}) \pm 40\%$, маса $500 \text{ мг} \pm 40\%$ (див додаток) і є як би граничними для різних культур зернових. Надалі будемо оперувати еквівалентним радіусом зернини, представленим у вигляді кулі через реальний об'єм:

$$r_e = \sqrt[3]{\frac{3(h \cdot l \cdot s)}{4\pi}},$$

де h, l, s - висот, довжина і ширина зернини, мм.

При моделюванні польоту зерна використана вбудована у Matlab функція генерування випадкової послідовності з нормальним законом розподілення. Аналізуючи статистичні дані (див. додаток), прийmemo середнє квадратичне відхилення (СКВ) для радіусу зернини $\sigma_r = 0.52$ мм, для маси $\sigma_m = 6.3$ мг.

Перевіримо гіпотезу, що існує такий режим піддуву нижнього слою зерна, при якому розмір фокусу падіння зерна і СКВ буде зменшуватись і для них існує екстремум – деяке мінімальне значення. Для цього виконаємо ряд розрахунків шляхом моделювання, результати яких зведені до табл.1. Товщину слою зерна на стрічці конвеєра приймемо 0,05 м і будемо тримати незмінною. Додатково приймемо, що швидкість руху конвеєрної стрічки підтримується незмінною завдяки роботі системи керування перетворювачем частоти і не залежить від маси зерна на стрічці.

Таблиця 1. Усереднені параметри розльоту зерна кукурудзи з еквівалентними параметрами: радіус 7мм і маса 500мг, при швидкості руху конвеєрної стрічки 13,5 м/с

Швидкість струменя повітря, м/с	Діаметр фокусу розльоту, м	Середнє, м	СКВ	Дисперсія
13,5	5,33	18,1613	0,9046	0.897
13,55	5,8	16,9707	1,1074	1.27
13,6	3,2	19,61	0,5405	0.311
13,65	3,3	19,5067	0,5468	0.342
13,7	3,73	18,9646	0,6884	0.492
13,8	5,37	18,1465	0,8996	0.882

З піддувом дисперсія знижується на 65%

Таблиця 2. Усереднені параметри розльоту зерна пшениці з еквівалентними параметрами радіус 3мм і маса 85мг, при швидкості руху конвеєрної стрічки 9 м/с

Швидкість струменя повітря, м/с	Діаметр фокусу розльоту, м	Середнє, м	СКВ	Дисперсія
9	1,9	10,0725	0,295	0.09
9,025	1,77	10,1215	0,2863	0.08
9,05	2,6	9,5914	0,4294	0.1
9,1	2,33	9,8985	0,3445	0.13
9,2	2,03	9,9036	0,333	0.115

З піддувом дисперсія знижується на 8%

Таблиця 3. Усереднені параметри розльоту зерна кукурудзи з еквівалентними параметрами радіус 7мм і маса 500мг, при швидкості руху конвеєрної стрічки 9 м/с

Швидкість струменя повітря, м/с	Діаметр фокусу розльоту, м	Середнє, м	СКВ	Дисперсія
9	1,5	10,0536	0,258	0,071
9,025	1,17	10,2428	0,2049	0,043
9,05	1,9	9,8421	0,3037	0,098
9,1	1,8	9,9117	0,2931	0,097
9,2	1,43	10,0901	0,2379	0.057

Проведені попередні дослідження дозволяють стверджувати, що додатковий піддув забезпечує зменшення дисперсії, як приклад, на 8% для пшениці і 39% для кукурудзи при швидкості конвеєра 9 м/с і до 65% для кукурудзи при швидкості конвеєра 13,5 м/с. Приклад розподілу зерна у фокусі показані у вигляді гістограми на рис.3.

З рис.3 видно, що з піддувом ширина фокусу зменшується з 3,5 м до 1 м.

З отриманих результатів можна однозначно зробити висновок, що параметри зерна і швидкість струменя повітря впливають на фокус розсіювання зерна і є тими факторами, що необхідно враховувати в регресійній моделі.

Розглянемо вплив товщини слою зерна на ширину фокусу розсіювання. Дослідження проведемо для пшениці з параметрами дослідів, приведеними у табл.4. Розрахунки зведемо до табл. 5.

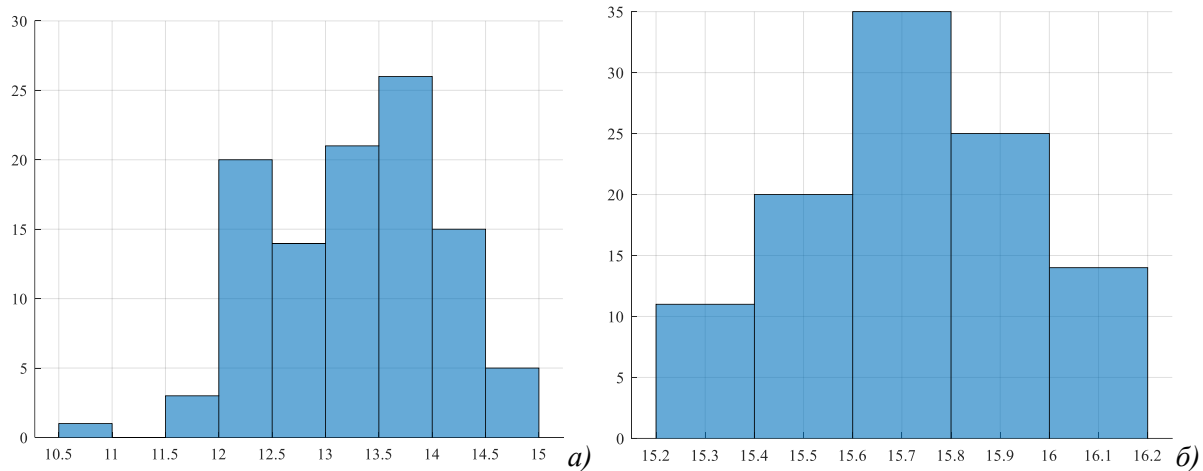


Рис. 3. Гістограми розподілу пшениці при швидкості конвеєра 11,5 м/с:

а) без піддува, Mean = 13.2600; StdDev = 0.8020;

б) з піддувом 11.6 м/с, Mean = 15.7207; StdDev = 0.2293

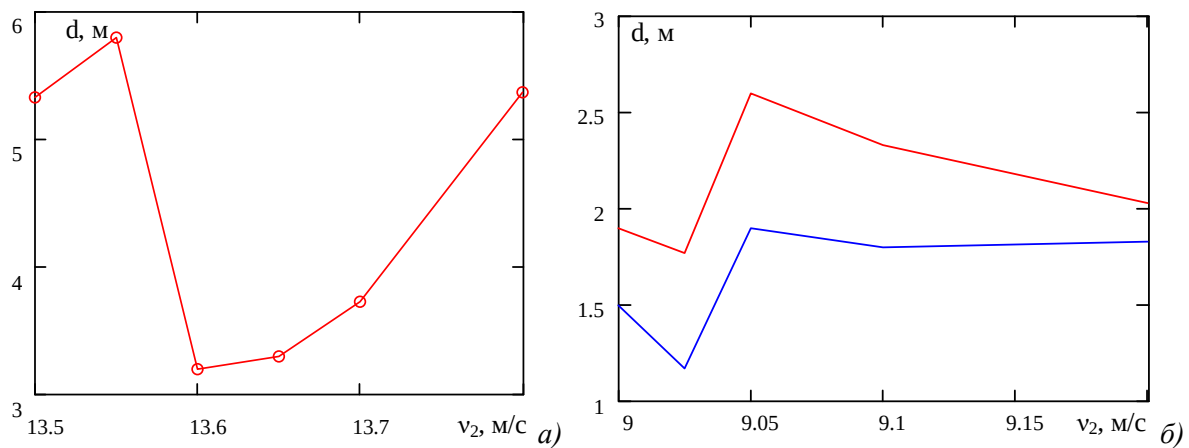


Рис. 4. Усереднені параметри фокусу розльоту зерна:

а) кукурудзи з еквівалентними параметрами радіус 7мм і маса 500мг, при швидкості руху конвеєрної стрічки 13,5 м/с; б) пшениці з еквівалентними параметрами радіус 3мм і маса 85мг (крива 1) і кукурудзи з еквівалентними параметрами радіус 7мм і маса 500мг (крива 2) при швидкості руху конвеєрної стрічки 9 м/с

Таблиця 4. Параметри дослідів на вплив товщини слою зерна на стрічці

Швидкість конвеєра v_1 , м/с		11,5
Швидкість струменя повітря v_1 , м/с		11,6
Параметри зерна	m , кг	0,000085
	r_e , м	0,003

Розрахунки проведемо для товщини слою 2, 5, 10 см. Враховуючи випадковий характер розміру і маси зерна, кожен розрахунок виконаємо 5 разів, і визначимо середнє значення.

Таблиця 5. Розрахунки ширини фокусу розсіювання зерна від товщини слою зерна на стрічці

Товщина слою зерна на стрічці, м					
0.02		0.05		0.1	
Середнє, м	СКВ	Середнє, м	СКВ	Середнє, м	СКВ
15.0335	0.3978	15.6284	0.2371	14.8172	0.4591
14.3510	0.6250	15.3308	0.3077	15.4420	0.2816
14.1707	0.6454	15.1849	0.3366	14.6649	0.4923
15.3322	0.3120	13.7617	0.7563	13.3269	0.7189
14.9945	0.4329	15.0330	0.4192	14.9293	0.4229
Середнє значення					
14.7764	0.4826	14.9878	0.4114	14.7961	0.4750

На основі виконаних розрахунків, прикладі зерна пшениці, можна зробити висновок, що товщина слою зерна, при фіксованій швидкості стрічки конвеєра, не впливає на дальність кидання зерна. Середнє значення приблизно однакове для товщини слою 2, 5, 10 см. Для доказу було проведено по п'ять повторювань підряд і розраховане середнє. При досить великій кількості повторювань різниця між середніми значеннями буде зменшуватись.

Як видно з графіків (рис.4), їх поверхня відгуку має значну кривизну, тож для їх опису використовуються плани другого порядку. У цьому випадку застосовується ортогональне центральне композиційне планування і ротатабельне планування. При цьому ротатабельне планування дозволяє отримати більш точний математичний опис у порівнянні з ортогональним центральним композиційним плануванням. Це досягається завдяки збільшенню дослідів в центрі плану та спеціальному вибору величини зоряного плеча.

Використаємо ротатабельний центральний композиційний план [6, 7]. В якості моделі використаємо поліном другого порядку виду

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i < j} b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n b_{ii} x_i^2, \quad (5)$$

де y - функція цілі; b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} - коефіцієнти рівняння регресії; x_i, x_j, x_i^2 - нормовані значення факторів.

Технологія проведення РЦКП дозволяє отримати підвищену точність прогнозування функції відгуку, при цьому значно знижується загальна кількість дослідів, що необхідно провести.

Таким чином, регресійну модель отримаємо шляхом проведення числового трифакторного ОРЦП з варійованими факторами: швидкість стрічки конвеєра, швидкість струменя повітря вентилятора параметри зерна: маса і геометричний розмір.

Побудуємо трифакторний РЦКП експерименту.

Таблиця 6. План трифакторного РЦКП експерименту

№ дослідів	Швидкість конвеєра v_1 , м/с	Швидкість струменя повітря v_1 , м/с	Параметри зерна	Математичне очікування (Mean), M	СКВ (StdDev)
	c_1	c_2	c_3		
1	-1	-1	-1		
2	+1	-1	-1		
3	-1	+1	-1		
4	+1	+1	-1		
5	-1	-1	+1		
6	+1	-1	+1		
7	-1	+1	+1		
8	+1	+1	+1		
9	-a	0	0		
10	+a	0	0		
11	0	-a	0		
12	0	+a	0		
13	0	0	-a		
14	0	0	+a		
15	0	0	0		
16	0	0	0		
17	0	0	0		
18	0	0	0		
19	0	0	0		
20	0	0	0		

Кодування значення параметрів в точках плану відображене в табл.7

Таблиця 7. Параметри кодування в точках плану $m r_e$

Параметр		-a	-1	0	+1	+a
Швидкість конвеєра v_1 , м/с		9	10,014	11,5	12,986	14
Швидкість струменя повітря v_1 , м/с		0	0,041	0,1	0,159	0,2
Параметри зерна	m , кг	0,000085	0,0001695	0,0002925	0,0004155	0,0005
	r_e , м	0,003	0,0038	0,005	0,0062	0,007

Значення математичного очікування M і дисперсії D за результатами експерименту показані в табл.8.

Таблиця 8. Результати виконання плану експерименту

№ досліду	Математичне очікування, M	СКВ σ^2	№ досліду	Математичне очікування, M	СКВ σ^2
1	12.2416	0.2511	11	15.5891	0.2825
2	18.8935	0.4156	12	15.3847	0.3663
3	12.2789	0.2469	13	15.0678	0.4108
4	18.5959	0.5333	14	14.8905	0.4444
5	12.4449	0.1749	15	15.0859	0.3958
6	18.5105	0.5210	16	14.7969	0.4928
7	11.7892	0.3528	17	15.1615	0.4009
8	15.8018	1.0644	18	15.5097	0.3004
9	10.1395	0.2420	19	15.0450	0.4391
10	19.8075	0.9820	20	15.1198	0.4058

Регресійна модель для середнього значення M переміщення зерна знайдена у вигляді поліному:

$$M = 15,122 + 2,8654c_1 - 0,303354c_2 - 0,288213c_3 - 0,0638362c_1^2 + 0,117679c_2^2 - 0,0618386c_3^2 - 0,276688c_1c_2 - 0,339537c_1c_3 - 0,366212c_2c_3 \quad (6)$$

з параметрами:

R-squared = 98,4683 percent;
 R-squared (adjusted for d.f.) = 96,9366 percent;
 Standard Error of Est. = 0,450603;
 Mean absolute error = 0,253202;
 Durbin-Watson statistic = 2,51247 (P=0,7693).

Оцінка значущості коефіцієнтів регресійної моделі виконана за критерієм Фішера і відображена картою Парето (рис.5)

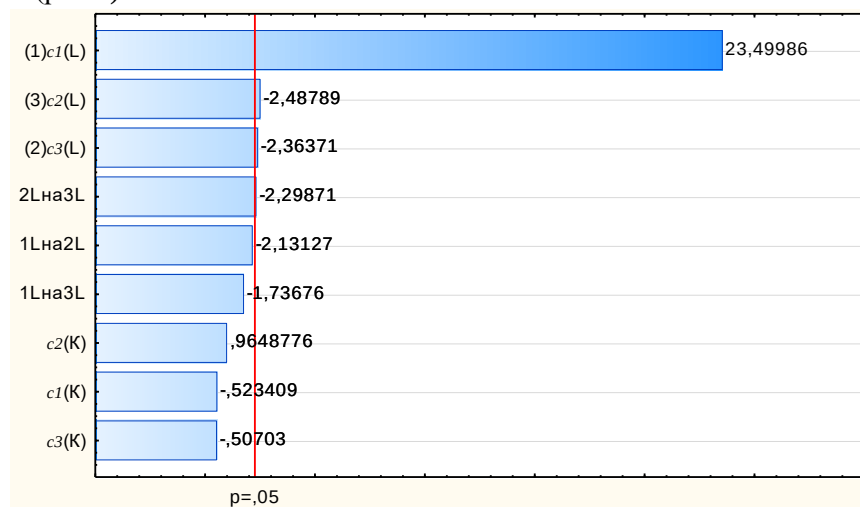


Рис. 5. Карта Парето для регресійної моделі середнього переміщення зерна

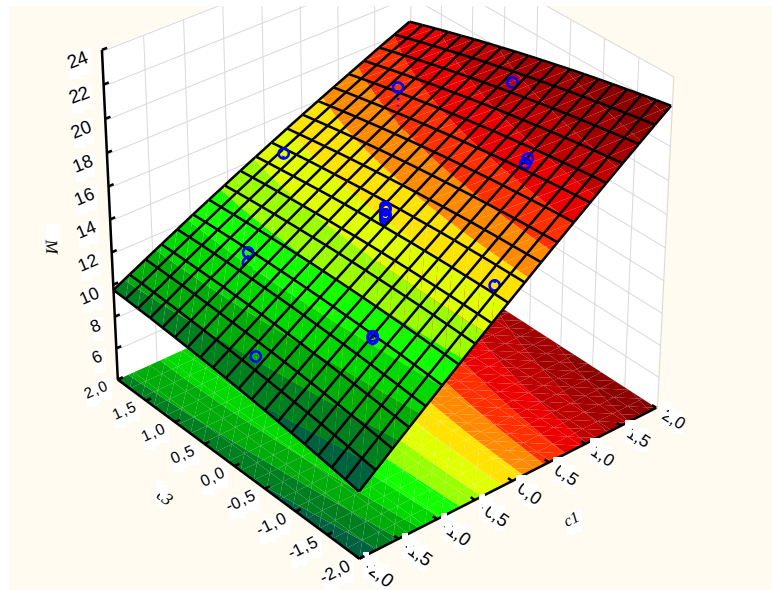


Рис. 6. Залежність середнього переміщення зерна $M = f(v_1, v_2)$
для параметрів зерна у центрі плану

Остаточно, після вилучення незначущих коефіцієнтів модель набуде вигляду:

$$M = 15,122 + 2,8654c_1 - 0,303354c_2 - 0,288213c_3 - 0,366212c_2c_3. \quad (7)$$

Регресійна модель для СКВ σ^2 переміщення зерна знайдена у вигляді поліному:

$$\begin{aligned} \sigma^2 = & 0,406289 + 0,201593c_1 + 0,0714466c_2 + 0,0529192c_3 + \\ & + 0,0702097c_1^2 - 0,0314726c_2^2 + 0,00501422c_3^2 + \\ & + 0,060925c_1c_2 + 0,07585c_1c_3 + 0,075975c_2c_3 \end{aligned} \quad (8)$$

з параметрами:

R-squared = 92,6222 percent;

R-squared (adjusted for d.f.) = 85,2444 percent;

Standard Error of Est. = 0,0880771;

Mean absolute error = 0,0542546.

Оцінка значущості коефіцієнтів регресійної моделі виконана за критерієм Фішера і відображена картою Парето (рис.7)

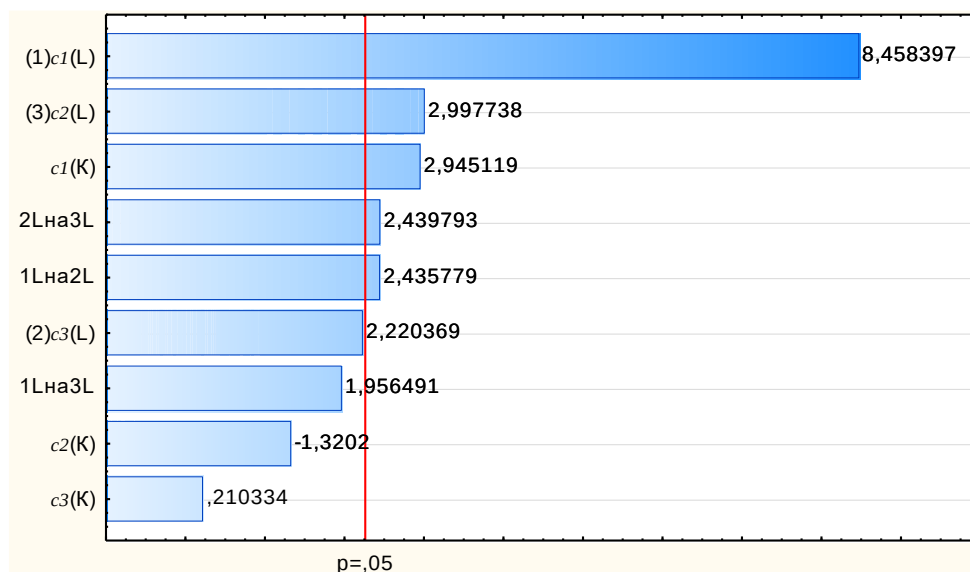


Рис. 7. Карта Парето для регресійної моделі СКВ переміщення зерна

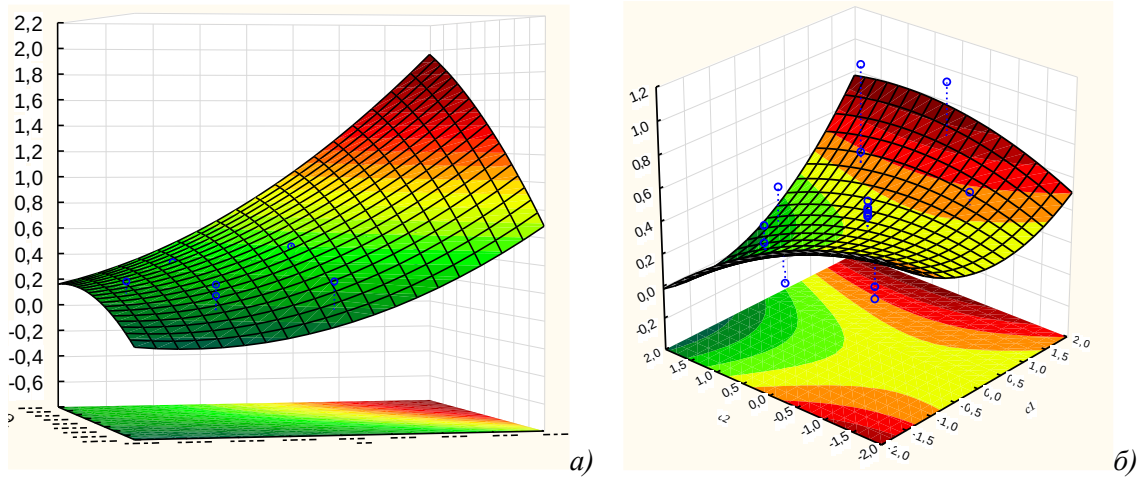


Рис.8. Залежність СКВ при переміщенні зерна:
а) для пшениці; б) для кукурудзи

Остаточно, після вилучення незначущих коефіцієнтів модель набуде вигляду:

$$\sigma^2 = 0,406289 + 0,201593c_1 + 0,0714466c_2 + 0,0702097c_1^2 - 0,0314726c_2^2 + 0,060925c_1c_2 + 0,075975c_2c_3 \quad (9)$$

З рис. 8 і даних показаних у табл.1-3 видно, що СКВ нелінійно залежить від v_2 . Для знаходження оптимальної траєкторії зміни $v_{2,opt}$, яка буде забезпечувати мінімум σ^2 , продиференціюємо $\sigma^2 = f(v_1, v_2, c_3)$ і прирівняємо до нуля:

$$\frac{d\sigma^2}{dv_2} = 0.$$

У кодованих вхідних параметрів отримаємо

$$v_{2,opt} = 1,1351 + 0,9679v_1 + 1,207c_3, \quad (10)$$

що свідчить про лінійну залежність $v_{2,opt}$ з швидкістю конвеєра v_1 і параметрами зерна, яка забезпечує мінімум σ^2 . Графічне відображення $v_{2,opt} = f(v_1, c_3)$ показане на рис.9. у іменованих вхідних параметрах:

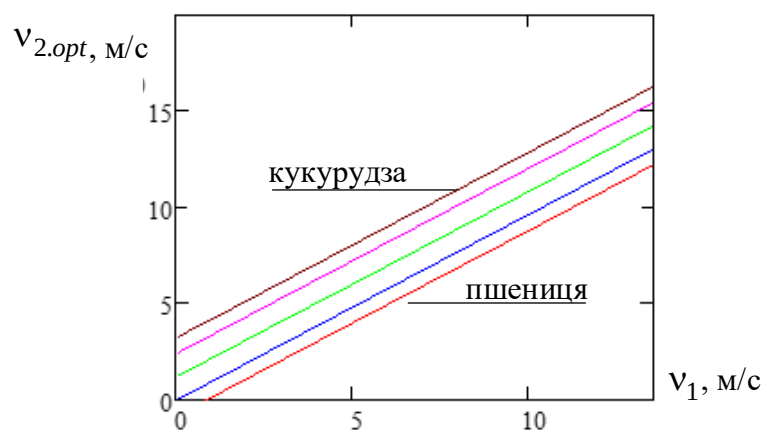


Рис. 9. Залежності $v_{2,opt} = f(v_1, c_3)$

Таким чином, отриманий закон керування струменем повітря піддуву, в залежності від швидкості конвеєра та параметрів перевантажуваного зерна. Графічні залежності

$v_{2,opt} = f(v_1, c_3)$ дають уявлення про характер процесу, наприклад, при перевантажування пшениці немає сенсу піддувати потік зерна, якщо швидкість конвеєру менша ніж 0.92 м/с, а при перевантажування кукурудзи початкова швидкість струменя повітря повинна складати 3,25 м/с.

Враховуючи, що керуючим завданням від системи управління є не швидкість конвеєра, а дальність транспортування зерна, змінимо рівняння (10) з урахуванням (4). Вирішуючи (4) відносно v_1 отримаємо:

$$v_1 = L \sqrt{\frac{g}{2h \cos^2(\alpha) + L \sin(2\alpha)}}. \quad (11)$$

Тоді рівняння закону керування буде мати вигляд:

$$v_{2,opt} = 1,1351 + 0,9679L \sqrt{\frac{g}{2h \cos^2(\alpha) + L \sin(2\alpha)}} + 1,207c_3,$$

де c_3 - функція, що залежить від еквівалентних параметрів зерна:

$$c_3 = a_0 + a_{11}r_e + a_{21}m_e + a_{12}r_e^2 + a_{22}m_e^2.$$

Висновки. Розв'язання актуальної задачі перевантаження зерна у транспортні засоби і зниження його травмування обґрунтоване для способу кидання зерна на задану дальність за рахунок створення відповідної балістичної траєкторії його польоту шляхом регулювання частоти обертання АД електроприводу конвеєра при живленні його від перетворювача частоти. Зменшення фокусу розльоту зерна при його приземленні забезпечується формуванням потоку зерна і управлінням його рухом не тільки при переміщенні по конвеєрній стрічці, а й після відриву потоку і руху його в повітрі. Для фокусування нижнього слою необхідно надати йому додатку початкову швидкість, яка забезпечується струменем повітря від встановленого під конвеєром вентилятора. Для перетворювача частоти електроприводу вентилятора, у вигляді регресійної моделі, синтезований закон керування, який враховує параметри зерна і необхідну дальність транспортування. Для синтезу закону керування було використано теорію планування експерименту.

REFERENCES

1. Tarasenko, A. P., Orobinskij, V. I., Gievskij, A. M., Baskakov, I. V., Chernyshov, A. V., Haritonov, M. K. (2019). "Snizhenie travmirovaniya zerna pri posleuborochnoy obrabotke" ["Reducing grain damage during post-harvest processing"]. *Vestnik agrarnoy nauki Dona [Don Agrarian Science Bulletin]*, 1 (45), 63–68.
2. Grain thrower Self-propelled ZM-90 (2021). Operation and maintenance manual. Retrieved from <https://asm31.ru/>
3. Pascoe, R. D., Fitzpatrick, R., Garratt, J. R. (2015). "Prediction of automated sorter performance utilising a Monte Carlo simulation of feed characteristics". *Minerals Engineering*, 72, 101–107.
4. Tarasenko, A. P., Merchalova, M. E., Baskakov, I. V. (2009). "Sovershenstvovanie tekhnologii posleuborochnoy obrabotki zerna" ["Improvement of post-harvest grain processing technology"]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Voronezh State Agrarian University Bulletin]*, 3 (22), 22–25.
5. Burdilna, E., Hrabko, V., Mykhalchenko, H. (2019). "Transporter Control for Grain Handling in Granaries and Loading on Vehicles", *Proceedings of the International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES)*, Kremenchuk, Ukraine. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8896431>
6. Nazar'yan, G.N. (1999). *Prakticheskiy kurs planirovaniya eksperimenta [Practical course in experiment planning]*. Melitopol: TGATA.
7. Nazar'yan, G.N., Postnikov, M.V., Karpova, O.P. (2012). *Rishennya zadach optimizatsiy nikh obektiv doslidzhennya metodom planuvannya matematichnogo eksperimentu [Solving problems of optimization objects of research by the method of planning a mathematical experiment]*. Melitopol: Lux.

NANOTECHNOLOGIES AND CARBON NANOPARTICLES

Safiyev E. S., Azerbaijan State University of Oil and Industry, Baku, Azerbaijan Republic
Abdullayeva M. Y., Azerbaijan State University of Oil and Industry, Baku, Azerbaijan Republic,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1380-1216>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30052021/7585

ARTICLE INFO

Received: 21 March 2021

Accepted: 07 May 2021

Published: 30 May 2021

KEYWORDS

nanotechnology, nanotechnological materials, graphene, dielectric, semiconductor, transistor, conductor, superconductor.

ABSTRACT

The article presents the prospects for the production and application of carbon-containing nanomaterials used in nanotechnology. These materials include graphene, carbon nanoparticles, and fullerenes. They can be, used, as dielectric, semiconducting, conductive, including superconducting materials. The article also expressed an opinion on the method of obtaining fullerene.

Citation: Safiyev E. S., Abdullayeva M. Y. (2021) Nanotechnologies and Carbon Nanoparticles. *World Science*. 5(66). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30052021/7585

Copyright: © 2021 **Safiyev E. S., Abdullayeva M. Y.** This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Introduction. Nanotechnology is a science that deals with the creation of new, more complex materials, devices and systems using particles that are several nanometers in size (nm is part of a billion meters). The results of this science cover all spheres of the life of society. As one of the main technologies of the 21st Century, it is used in the production of nanotechnological materials and instruments, medicine, electronics, military industry, sensor technology, and so on, with the ability to create wide opportunities. Nanotechnological products are already used in various industries: in the production of cars and airplanes, computers, clothing items and even sports accessories [1-5].

It is believed that the beginning of nanotechnology was laid by Richard Feynman in 1959 with the lecture "There's Plenty of Room at the Bottom". In his lecture, he showed for the first time that, from the point of view of the fundamental laws of physics, he sees no obstacles to work at the molecular and atomic levels, manipulating separately molecules and atoms.

People used nanoobjects and nanotechnologies of the modern era in the old days in their lives. These include the example of colored glasses. For example, a cup of Lycurgus, made in the 4th century, kept in the British Museum, turns green when illuminated from outside, and turns red when illuminated from within. Electron microscopy studies have shown that this unusual effect is due to the presence of nanosized gold and silver in the glass. Thus, we can say with confidence that the Lycurgus cup (fig.1) is made of nanocomposite material.

In the Middle Ages, adding metal dust to glass produced glasses of different colors depending on the type and amount of metal. It has now been established that these glasses also have bactericidal properties, that is, they can disinfect the environment.



Fig 1. Lycurgus Cup, 4th century

At the beginning of the 20th Century, nanoscale particles could not be “seen” by the microscopes available at that time. After the discovery of the electron microscope in 1931, it became possible to “see” objects of submicron and nanometer size. After the creation of a scanning tunneling microscope in 1981, it became possible not only to obtain images of individual atoms, but also to manipulate these atoms. Thus, the technology that Feynman talked about in the lecture was created. But the emergence of technology does not at all mean understanding the essence of the process. For example, although the melting of steel has been known for a long time, the perception of its physical and chemical foundations was too far. Recall that the secret of the Damascus sword (steel) has not yet been fully disclosed. As you can see, the interaction of science and technology is not so simple.

For the first time the term nanomaterial (nanocrystal, nanostructure, nanophase, nanocomposite) was introduced and used in 1981-1986 by the American scientist G. Glater. An important role in the history of nanotechnology and the development of the ideology of nanoparticles was played by the discovery in the mid 80 - early 90s of the 20th century of carbon nanostructures - fullerenes and carbon nanoparticles, as well as the method of obtaining graphene in the 21st century.

Carbon has conflicting and unique properties that set it apart from other elements. Depending on the structure, it can be both dielectric and conductive, semiconducting, and semi-metallic material, be very hard and very soft, possess heat-insulating and heat-conducting characteristics. To do this, it is enough to compare diamond and graphite. Despite the fact that carbon is the eleventh most abundant element in nature, its atoms are able to form long molecules, connecting with each other, and the ability to be replaced by other elements led to the formation of an excessively large number of compounds.

The properties of carbon that we show vary at the macro level. When passing through the nanoscale, the unique properties of carbon are revealed. At this level of measurement, carbon atoms create nanostructural clusters that differ from each other in structure and size without the participation of other elements. These include fullerenes, graphenes, nanocarbons, etc.

Graphene is a layer of carbon atoms that resembles the hexagonal lattice of bees. The distance between carbon atoms in graphene is 0.142 nm [6,7].

The neck of an ordinary pencil consists of graphite layers of graphene. Since the distance between the layers is very large (0.334 nm), the connection between them (Van der Waals bond) is weak and they can slide over each other. Therefore, when graphite touches paper, “particles” consisting of graphene layers remain on the paper (fig. 2).

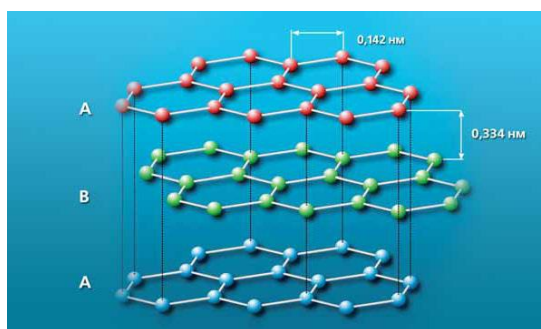


Fig.2. Crystal structure of graphite

The production of two-dimensional stable, free (without a substrate) graphene from a three-dimensional graphite structure caused a revolution in this field since two-dimensional structures made

it possible to have very high electronic properties. Therefore, the electronic properties of graphene are currently being investigated in hundreds of laboratories around the world [6].

It has been established by theoretical modeling that transistors can be made from graphene, and its speed is hundreds of times higher than that of modern silicon transistors. Silicon processors currently allow multiple operations per second without overheating. Since electrons pass through graphene without resistance, heating is negligible. In addition, graphene itself is capable of quickly dissipating heat since it conducts heat well. For these and other reasons, graphene-based electronics can operate at higher speeds and frequencies [7].

The advantage of graphene is not only in its speed. Silicon retains its electronic properties up to 10 nm. Graphene not only retains and even enhances its electronic properties, but also retains its basic physical properties, even if its dimensions are less than 1 nm.

For the method of obtaining graphene, Russian-English physicists A.K. Geim and C.S. Novoselov were awarded the 2010 Nobel Prize.

Promising directions for the development of nanotechnology are closely related to carbon nanotubes. Carbon nano-sleeves are skeletal structures made of only carbon atoms. What a carbon nanotube can be understood by imagining the process of converting graphene into a tube by twisting a graphene layer (fig. 3).

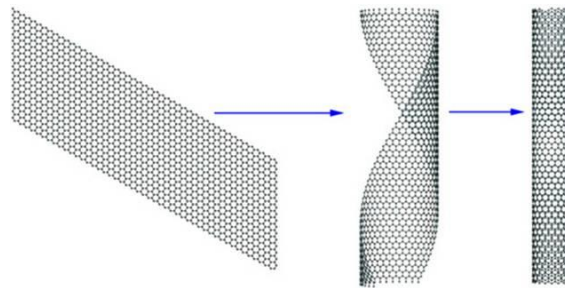


Fig. 3. Manufacturing a nanotube from graphene

The properties of nanotubes depend on the tilt angle of graphene. Of course, nanoparticles are not made from graphene layers; they themselves are formed under certain conditions, for example, on the surface of electrodes during an arc discharge between carbon electrodes. During the discharge, carbon atoms come out to the surface and join together, forming nanoparticles of different types: single-layer, multi-layer, and with different tilt angles (fig. 4).

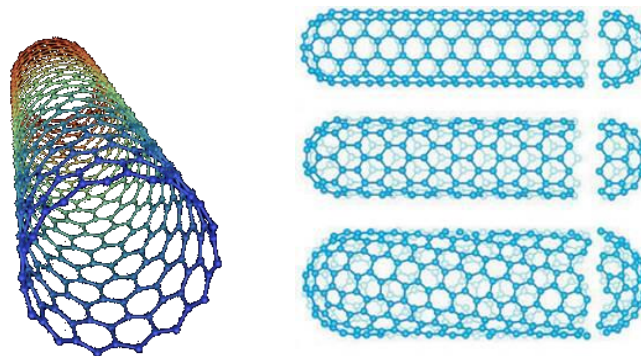


Fig.4. On the left - a schematic description of a combined carbon nanotube, on the right - double: from top to bottom, flat and spiral nanotubes

The diameter of single-walled nanotubes is usually 1 nm, and the length is more than a thousand times, about 40 microns. They develop perpendicular to the cathode surface and appear to be spontaneous accumulations of carbon atoms. Depending on the angle of twisting, the nanotubes have either high conductivity like metals or semiconducting properties.

The bond of carbon atoms in nanotubes with each other has a record strength. In them, Young's modulus (resistance to tension and compression pressure) exceeds 1TPa, which is 1 million atmospheres more than that of diamond. The thermal conductivity of nanotubes is 8 times higher than that of copper. The current density in tubes can be a thousand times higher than in copper.

Electrical conductivity in nanotubes does not obey Ohm's law, in which electrical resistance is expressed by the well-known expression:

$$R = \frac{\rho L}{S}; \quad (1)$$

where ρ is the resistivity of the conducting material; L is its length; S is cross-sectional area.

In this case, the resistance of a nanoparticle is determined by two fundamental physical constants, regardless of its size and material [8]:

$$R_0 = h/(2e^2) = 12,9 \text{ k}\Omega, \quad (2)$$

where e is the electron charge (1.6×10^{-19} Kl); h - Planck's constant (6.6×10^{-34} Joule /sec); R_0 - electrical resistance is called quantum, because the resistance of all conductors in the nanosystem is the same.

Resistivity quantization is not the only conductivity feature in a nanosystem. Sometimes, when the current passes through the nanowire, no "Joule heat" is released. Unusual conductivity, which does not depend on the length, width of the conductor in the nanosystem and where heat release is not observed, is called ballistic conductivity ("ballo" - in Greek to throw, "ballistics" - the science of the movement of artillery projectiles, bullet, etc.). This is explained by the fact that electrons, like well-ejected projectiles, pass through nanowires without colliding atoms in the nodes of the crystal lattice.

Quantum (discrete) conductivity in carbon nanotubes was discovered when determining the dependence of resistance on length. In experiments, the nanotube diameter was 1.4–50 nm, and the length was 1–5 μm . Despite the fact that the sizes varied in such a wide range, the resistance value for all nanotubes was the same 12.9 k Ω .

Electrons conduct current in conductors and create an "electron cloud". The rms momentum p of one of the electrons can be found in the expression for the mean square energy E of an ideal gas particle:

$$E = p^2/(2m_e) = 3kT/2, \quad (3)$$

where k is the Boltzman constant (1.38×10^{-23} Joule /K); m_e is the electron mass ($9,1 \times 10^{-31}$ kg). At $T=300\text{K}$ $p=10.6 \times 10^{-28}$ kg·m/sec.

It is known that each particle can be represented as a wave with a length $\lambda = h/p$. For metal with electronic conductivity $\lambda = 6.2$ nm. This means that for carbon nanotubes, the diameter of which is several nanometers or less, the electronic conductivity will have a mainly wave character. Electrons through such nanotubes will pass through the way light waves pass through light transmitters. Thus, in the nanosystem, the concept of electricity turns into optics, while the Joule loss of distribution is eliminated at the boundary of the nanosystem, for example, in places where the sizes of nanotubes are commensurate with conductors of ordinary size.

As we have already noted, nanotubes have ballistic conductivity, and no losses arise in it. Then we can assume that its length is less than the mean free path of an electron.

Let us assume that a voltage U is given between sections A and B of the nanotube. A current I flows through it (fig. 5).

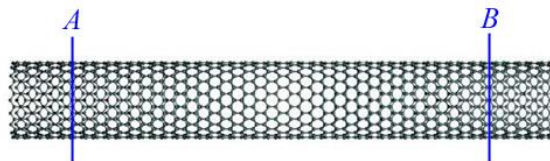


Fig.5. Schematic representation of a carbon nanotube

Taking into account that the energy does not propagate, then the change in the electron energy between the sections A and B will be $\Delta E = eU$. The change in energy occurs in the time interval Δt when the electron passes between the cross-section A and B .

According to the Heisenberg uncertainty principle $\Delta E \cdot \Delta t \approx h$, from here:

$$U \approx h/(e \cdot \Delta t). \quad (4)$$

Let us estimate the current intensity in the nanotubes. A nanotube is a homogeneous quantum structure. Inside it, like in a helium atom, there can be only two electrons with different spin values. This means that the current between sections A and B of the nanotube will be:

$$I = 2e/\Delta t \quad (5)$$

Their expressions (4) and (5), one can find the resistance between segments *A* and *B* in the cross-section of the nanotube R_o :

$$R_o = U/I = h/(2e^2). \quad (6)$$

This expression, as expected, repeats expression (2).

Since there is no heating in nanotubes (theoretically), they can have a high density (more than 107 A/sm^2) for the passage of current. If carbon nanotubes had ordinary (not ballistic) conductivity, then the temperature in them at such a density of such a current would rise to 20,000 K, which would be much higher than their combustion temperature (700K). The presence of ballistic conductivity allows many times to reduce the size of electronic circuits.

The demand for nanotubes is very high. And this is estimated in billions of dollars. The shape of nanotubes allows them to be placed in two types: chaotic and ordered, which affects the quality of materials. It is possible to modify nanotubes, that is, to combine various chemical groups and nanoparticles in them. It also changes the quality of both nanotubes and materials made from them [9,10].

Rubber made of long and entangled nanotubes is resistant to destruction under cyclic loading at temperatures from -140 to $+900^\circ\text{C}$. Its performance is significantly superior to silicone rubber, which is considered the best elastic material. The thickness of a simple macromaterial - nanopaper made of nanotubes - is 3–10 nm. Filters are prepared from nanoparticles, which help to purify water from salts, destroy viruses, protect against electromagnetic waves, they are used to make heating parts, sensors, etc.

If an electric potential is applied to the ribbons made of parallel-located nanotubes at temperatures of $80 \div 1900\text{K}$, they can be strongly stretched (artificial muscle). Such converters of electrical energy into mechanical energy are more efficient than piezoelectrics [11].

The use of nanotubes in nanocomposites, mainly polymer nanocomposites, is becoming more and more widespread. When a small number of nanotubes is added, the properties of polymers change greatly, electrical conductivity is formed in them, thermal conductivity increases, mechanical properties improve, and chemical and heat resistance increases. When nanotubes are added to ceramic composites, their electrical and thermal conductivity increases, their resistance to electromagnetic rays increases and, most importantly, their resistance to cracks. Metal composites are also widely used. The mechanical strength of copper composites is two to three times that of copper. Hybrid composites usually consist of three components: polymer or inorganic fibers (fabrics), nanotubes, and connectors. This class includes preregs. Nanotubes increase the mechanical strength of preregs by 30-50%. Preregs are widely used in the automotive, aviation and shipbuilding industries. They are also used for making body armor and sports equipment. When used in the blades of 49 m wind power plants, their weight is reduced from 7.3 tons to 5.8 tons.

Carbon atoms evaporate from the heated graphite surface and merge with each other, forming molecules not only in the form of nanotubes, but even in the form of spherical or ellipsoidal convex closed polygons. In these molecules, carbon atoms are located at the vertices of regular hexagons and pentagons that form the surface of a sphere or ellipsoid. Such molecular compounds of carbon atoms are called fullerenes, after the American engineer, designer, and architect R.B. Fuller [12-14].

The most symmetrical and best studied fullerene consists of 60 carbon atoms (C_{60}). It consists of 20 hexagons and 12 pentagons in the shape of a cut icosahedron (fig. 6) and resembles a soccer ball, about 1 nm in diameter (fig.7).

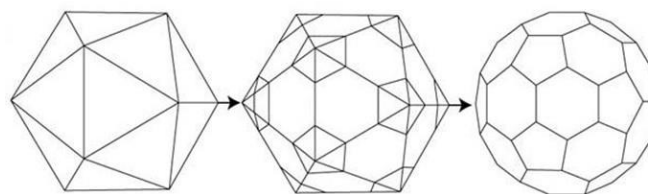


Fig.6. a) icosahedron (20 triangular sides); b) the formation of pentagonal and hexagonal sides with a cut of the icosahedron; c) section of the icosahedron (12 pentagonal, 20 hexagonal)

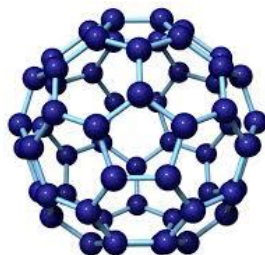


Fig.7. Fullerene C_{60}

For the discoveries of fullerenes, the American physicist R. Smola, British physicists H. Kroto and R. Kerley were awarded the Nobel Prize in 1996. Fullerenes C_{60} are considered a symbol of nanotechnology [15].

Fullerenes are currently obtained only by artificial synthesis. The conditions of their occurrence, structure, properties, and field of application have been intensively studied in recent years. It has been established that fullerenes are obtained in large quantities during an arc discharge in the content of soot accumulated on the graphite surface.

Fullerenes are found naturally in shungite (rock), fulgurite (sand, quartz struck by lightning), meteorites, minerals aged 65 million years at the bottom of the seas and oceans. Fullerenes on Earth are formed when natural gas is burned, and lightning is released. In 2011 study of air over the Mediterranean Sea showed fullerenes in each of 43 air samples from Barcelona to Istanbul. Fullerenes were found in large quantities in space in 2010 as a gas, and in 2012 in a solid form [16].

Since each fullerene carbon atom (C_{60}) simultaneously refers to two hexagons and one pentagon, all C_{60} atoms are equivalent. But the C-C bonds do not have the same length. The length of the C=C bond of two hexagons is 1.39 Å, and the length of the C-C bond, which is both a side of a hexagon and a pentagon, is 1.44 Å. The study of the properties of fullerene C_{60} shows that it has 4 stable isomers, the atomic mass does not change and is equal to 720 units.

Another widespread fullerene is C_{70} , which differs from C_{60} in the presence of 10 carbon atoms in the equatorial part, so C_{70} is slightly longer, resembling a rugby ball in its shape. Compounds with high (heavy) fullerene containing a large number of carbon atoms (up to 400) are formed in small amounts and often have a complex isomeric structure. Of the higher fullerenes (C_n), the most studied are $n = 74, 76, 78, 80, 82$ and 84 .

The first fullerenes were obtained by acting on solid graphite with laser beams and separating it from vapor condensation. In 1990, fullerenes were produced in grams in a helium atmosphere at low pressure by burning graphite electrodes in an electric arc. As a result of anodic erosion, soot accumulates in the chamber walls; it contains a certain amount of fullerene. It is dissolved in benzene or toluene, and fullerenes C_{60} and C_{70} are obtained in pure form from the solution in a ratio of 3:1 and about 2% heavier fullerenes.

The mechanism of formation of fullerenes is unknown, since the processes occurring in the burning part of the arc are thermodynamically unstable, which complicates theoretical analysis.

The cost of one gram of C_{60} over the past 15-20 years has dropped from \$ 10 thousand to \$ 5, which allows their real use.

A molecular fullerene crystal is a semiconductor with a band gap of ~ 1.5 eV, most of its properties are identical to other semiconductors, which allows them to be used in electronics as a diode, transistor, photocell, etc.

When fullerenes are used as an additive in the growth of diamond plates by the CVD (Chemical Vapor Deposition) method, the growth rate is increased 5 times. High thermal conductivity and chemical resistance make them a promising material for micro-electronics.

It has been found that doping of crystalline semiconducting molecular fullerene (C_{60}) with an alkali metal produces a material with metallic conductivity - fullerite. At low temperatures, it turns into a superconducting state. Doping of the C_{60} crystal is carried out at several hundred °C when exposed to metal vapors. This gives a structure of the X_3C_{60} type (X is an alkali metal atom). In the potassium compound K_3C_{60} , the superconducting state is formed at 19 K. This is a record high for molecular superconductors. Then it was revealed that the superconducting state also exists in $XY_2 C_{60}$

compounds (X, Y are alkali metal atoms). A record index of these superconductors ($T_{cr} = 33K$) was found in the compound $RbCs_2 C_{60}$ [17].

Carbon nanoparticles can be used as dielectric, semiconducting, conductive and structural materials, their field of application is gradually increasing.

In general, nanostructured materials science is one of the factors indicating the level of development of science and technology in the country.

Conclusions. Thus, our studies allow us to note the following results:

1. Carbon nanoparticles can be used both as a structural and electrical material: dielectric, semiconducting, conducting, including superconducting.

2. At steel works, during melting steel by an arc discharge, the formation and release of fullerenes on graphite electrodes has not been studied. Such research has promising possibilities.

REFERENCES

1. Voronov V.K., Podoplelov A.V. Modern physics: Textbook - M.: KomKniga, 2005 - 512s.
2. Mann S. life as a nanoscale phenomenon. Angew. Chem. Int.Ed. 2008, 47, 5306 - 5320
3. Pokropivny V.V., Skorokhod V.V. New dimensionality classifications of nanostructures // Physica E, 2008, v. 40, p. 2521 - 2525
4. Bogdanov K.Yu. What nanotechnology can do. Retrieved from <http://kbogdanov1.narod.ru/>
5. Piotrovsky LB Nanotechnology, nanoscience and nanoobjects: what does "nano" mean? Retrieved from www.elementary.ru/lib/431265
6. Graphene transistors. Retrieved from www.infuture.ru/news.php?news_id=286
7. Bogdanov K.Yu. Graphene. Carbon nanotubes and fullerenes. www.kbogdanov5.narod.ru17.htm.
8. Why Ohm's law sometimes does not work in the nanoworld. www.studupedia.ru/6_154981-pochemu-zakon-oma-inogda-ne-deystvuet
9. Ivanov I.P. Carbon nanotubes: their properties and applications. Nature.web.ru:8001/db/msg/html?mid1159181
10. Katz E.A. Fullerenes, carbon nanotubes and nanoclusters: a genealogy of forms and ideas. - M.: KD Librokom, 2014 - 294p.
11. Carbon nanotubes are a miracle of nature. Retrieved from www.nanonewsnet.ru/blog/nikst/uglerodnye-nanotrubki-eto-chvdu-prirody
12. Eletskiy AV, Smirnova BM, Fullerenes and the structure of carbon. Advances in physical sciences. 1995, no. 9, p. 977 - 1009.
13. Lysenko AA, Astashkina OV, Petrov AA. Fullerene is an allotropic modification of carbon. St. Petersburg 2006. Methodological guide for students.
14. Fullerenes in nanotechnology. Retrieved from www.tecurate.ru/?p=5508
15. Przhiyalgovskaya N. Fullerenes - a sensational scientific discovery of the twentieth century. Retrieved from www.russianscientist.org/files/archive/Nauka/2013-PRZIALGOVSKAYA
16. Fullerene. Retrieved from <http://ru.Wikipedia.org/wiki/Fullerene>
17. Zolotukhin I.V. Fullerite - a new form of carbon // Sorovsk educational journal. 1996, No.2, p.51

TRANSPORT

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ПРЕЦЕДЕНТНОГО ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛЯ ПОСТАЧАЛЬНИКІВ ЛОГІСТИЧНИХ ПОСЛУГ В ПРОЕКТАХ ЛОГІСТИЧНОГО АУТСОРСИНГУ

Воркут Тетяна Анатоліївна, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри транспортного права та логістики, Національний транспортний університет, Київ, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0354-476X>

Лушчай Юрій Володимирович, асистент, Національний транспортний університет, Київ, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7632-7400>

Харута Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент Національний транспортний університет, Київ, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8897-7558>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30052021/7586

ARTICLE INFO

Received: 22 March 2021

Accepted: 11 May 2021

Published: 30 May 2021

KEYWORDS

precedent theory, supplier portfolio, logistics services, logistics outsourcing projects, logistics outsourcing strategy.

ABSTRACT

The paper proposes, based on the method of precedents, a conceptual model of precedent formation of the portfolio of logistics service providers in projects of formation and implementation of logistics outsourcing strategy, which is considered as an evolving strategy. This model can be used as a basis for developing methodological aspects of content management of these projects.

Citation: Vorkut T. A., Lushchai Yu. V., Kharuta V. S. (2021) Conceptual Model of Precedent Formation of a Portfolio of Logistics Service Providers in Logistics Outsourcing Projects. *World Science*. 5(66). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30052021/7586

Copyright: © 2021 Vorkut T. A., Lushchai Yu. V., Kharuta V. S. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. В контексті управління процесами і системами логістичного обслуговування традиційно актуальною залишається проблема умов надання логістичних послуг. Тобто, будуть вони надаватись силами вертикально інтегрованого (власного) підрозділу, силами третьої сторони (на засадах аутсорсингу) чи передбачається поєднання зазначених варіантів в певному сполученні. В науковій літературі та інших джерелах інформації відображено багато бізнесових ситуацій (випадків) зміни організаціями умов постачання логістичних послуг. Дані випадки оцінюються як із точки зору інтерпретації їх як кращої практики, так і набутих уроків.

В значній частині досліджень акцент робиться на випадках “неуспішного”, на думку авторів, аутсорсингу логістичних послуг, коли організація, через деякий час, повертається до попередньої бізнес-моделі, звертається до інших постачальників логістичних послуг тощо. Таким чином, висновок, який робиться, полягає у необхідності розроблення нових і вдосконалення існуючих методів і моделей вибору постачальників логістичних послуг, які дозволили б уникнути, чи принаймні суттєво зменшити ймовірність, “неуспішності”, так, як остання розуміється за даних умов, стратегії логістичного аутсорсингу і, в певній мірі, проектів, які забезпечують її реалізацію.

Автори даної роботи виходять із того, що в баченні ряду шкіл стратегічного управління, зокрема, школи навчання, взаємозв'язку між стадіями формування і реалізації стратегії, стадія реалізації частково, або повністю, буде збігатися в часі зі стадією формування [1]. Це, відповідно, має враховуватися в процесах організаційного управління, насамперед, при розробленні і впровадженні механізмів стратегічного і портфельного управління [2, 3]. Відповідно, припущення авторів даної роботи полягає в тому, що формування і реалізація організаційної стратегії логістичного аутсорсингу мають виходити з бачення даної стратегії як такої, що розвивається. Відповідно, в рамках даного бачення, стратегія логістичного аутсорсингу може бути представлена як послідовність фаз. Кожна з цих фаз розглядається як експеримент організації, який може бути здійснено в формі проекту. Продуктом цього проекту є рішення про прийняття або відмову від слідування певній, розглядуваній на даній фазі, бізнес-моделі логістичного аутсорсингу, а результатом – рішення про перехід до наступної фази або повернення до попередніх.

Таким чином, актуальним науковим завданням є розроблення нових і вдосконалення існуючих методів і моделей формування портфеля постачальників логістичних послуг, як таких, що визначають зміст проектів формування і реалізації стратегії логістичного аутсорсингу, коли остання розглядається як стратегія, яка розвивається.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Під аутсорсингом (від англ. – outsourcing), в найбільш загальному вигляді, розуміють передачу продуктів, які раніше вироблялись в організації, назовні, як правило, спеціалізованим підприємствам. Відповідно, логістичний аутсорсинг – це передача логістичних послуг, які раніше виконувались власними силами, логістичним провайдером, які залучаються на засадах третьої сторони (зовні). Види послуг, які зазвичай прийнято визначати як транспортування на умовах третьої сторони, виникли в останні роки. Як і у випадку логістичного обслуговування в цілому, під зазначеними умовами розуміють будь-який різновид транспортування, який пропонується вантажовідправником (вантажоотримувачем) як частина загального пакету логістичних послуг, за якими транспортування виступає за одну із складових [4].

Представляє інтерес ідентифікація факторів, які зумовлюють збільшення обсягів логістичних послуг, зокрема перевезень, які передаються до виконання третій стороні. Зокрема Д. Бауерсокс, П. Доєрти, К. Дрьогє, Д. Роджерс і Д. Уордслоу за такі фактори визначили [5]: використання спеціальних навичок; здатність досягти економії масштабу; зниження ризику капіталовкладень; забезпечення ефективного управління. В. Шеффі, в свою чергу, визначив за такі фактори [6]: тиск конкуренції, що невинно зростає; підвищення очікувань щодо рівня транспортного обслуговування; розвиток дерегуляції як загальносвітову тенденцію; прогрес в комп'ютерних і комунікаційних технологіях.

Р. Лайб і Г. Рендолл, Е. Барді і М. Трейсі, аналізуючи діяльність в індустріально розвинутих країнах фірм, що використовують логістичні послуги, які надаються на умовах третьої сторони, дійшли висновку, що [7, 8]:

- 1) передача логістичних діяльностей до виконання третій стороні набуває ознак загальноприйнятої;
- 2) найбільш часто до виконання третій стороні передаються діяльності, які на постійній основі здійснюються самою фірмою, проте не є для неї основними і потребують застосування певних активів;
- 3) як основний привід до використання послуг, які пропонуються на умовах третьої сторони, декларується зниження витрат і підвищення рівня обслуговування споживачів;
- 4) фірми, як правило, задоволені тим, що залучають третю сторону;
- 5) основними перепонами стосовно передачі діяльностей щодо логістичного обслуговування третій стороні є страх втрати контролю та невизначеність відносно рівня забезпечення обслуговування третьою стороною.

При залученні до логістичного обслуговування третьої сторони постає проблема оцінювання і вибору постачальників логістичних послуг.

Складність процесів прийняття рішень щодо визначення постачальників практично будь-яких продуктів, в значній мірі, пов'язується з необхідністю сумісного аналізу ряду факторів, що знаходять відображення у відповідних критеріях. Критерії оцінювання і вибору постачальників продуктів стали предметом багатьох досліджень, починаючи ще з 1960-х років.

В загальному плані, за одну з визначальних, в череді зазначених досліджень, розглядається робота Г. Діксона, який ідентифікував 23 показника, що можуть слугувати за критерії відбору постачальників інституціональними (організаційними) покупцями [9]. Проведений огляд публікацій за даною тематикою, які були видані в подальшому, свідчить, що практично всі ці показники зберегли свою значущість до сьогодні. Проте їх пріоритетність і, відповідно, частота використання за критерії зазнали певних змін.

Праці Г. Діксона, як і дослідження інших фахівців, вказують на те, що процес вибору постачальників є багатокритеріальним за своєю природою. В. Вінд і П. Робінсон дійшли висновку, що, зазвичай, існує взаємозв'язок, свого роду компроміс, між критеріями вибору постачальників, і зазначили, що ефект зазначеного зв'язку втрачається в умовах аналізу одного критерію [10]. У. Демпсі показав, що значущість критеріїв варіює в залежності від ситуації, яка складається щодо закупівель [11].

В роботі [12], в розвиток роботи [13], ідентифіковано використовувані на сьогодні методи і моделі вибору постачальників продуктів і послуг, в тому числі, логістичних, і проведено їх зіставно-порівняльний аналіз. Даний аналіз може бути використано при побудові, за умовами результативності і ефективності, портфеля постачальників логістичних послуг за виокремлюваними фазами стадій формування і реалізації стратегії логістичного аутсорсингу, розглядуваних за стадії, які збігаються в часі. Очевидно, що, як зазначалося вище, кожна фаза, яка розглядається в даному дослідженні, як експеримент організації, який може бути здійснено в формі проекту, має свої відмінні характеристики, які, в свою чергу, визначають відмінні вимоги до методів і моделей вибору постачальників логістичних послуг.

Обрані методи і моделі для побудови портфеля постачальників логістичних послуг за вищезазначеними фазами відповідно визначають методологічні аспекти управління змістом проектів фаз стадій формування і реалізації стратегії логістичного аутсорсингу – як таких, що збігаються в часі.

Умовами формалізації процесу визначення постачальників продуктів (послуг) в розглянутих моделях не передбачається чи передбачається доволі обмежено, врахування особливостей бізнес-ситуацій в яких будуть взаємодіяти організації постачальників і організації замовників. Очевидно, можна зауважити, що дані особливості можуть бути взяті до уваги через введення відповідних критеріїв в рамках багатокритеріальних методів. Зокрема, критеріїв спрямованості організації-постачальника підтримувати заявлені значення критеріїв якості і вартості пропонованих послуг у встановленому періоді, як це має місце, наприклад, в роботі [12]. Водночас, просте збільшення переліку критеріїв без врахування умов їх взаємодії залежності, приводять за багатьох випадків, до невиправданого ускладнення постановки і вирішення відповідних задач без суттєвого підвищення результативності і ефективності процесу визначення постачальників продуктів (послуг). Таким чином, наукова прогалина ідентифікується в частині браку моделей і методів, які дозволили б максимально адаптувати процес вибору постачальників продуктів (послуг), зокрема логістичних, до особливостей бізнес ситуацій, в яких будуть взаємодіяти організації надавача послуг і отримувача останніх. В контексті подолання даної прогалини видається за доцільне розглянути можливість використання прецедентного методу.

Водночас, розглянуті в роботі [12] методи і моделі вибору постачальників і послуг можуть бути використанні для вибору обмежено малої кількості постачальників в умовах розвитку партнерських відносин і/або розподілу замовлень між постачальниками, які були обрані на основі прецедентного методу.

Мета статті – запропонувати концептуальну модель прецедентного формування портфеля постачальників логістичних послуг в проектах формування і реалізації стратегії логістичного аутсорсингу, яка розглядається як стратегія, яка розвивається.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.

Для розроблення концепції прецедентного формування портфеля постачальників логістичних послуг в проектах логістичного аутсорсингу застосовуємо гіпотезу теорії прецедентів щодо одноманітності простору рішень, коли «схожі вхідні ситуації призводять до схожих вихідних реакцій системи» [14]. Слідуючи даній гіпотезі, для кожної нової ситуації достатньо знайти одну або кілька близьких, схожих до неї ситуацій, з переліку відомих, і приймати рішення, спираючись на ці ситуації – прецеденти.

Моделі та інструменти реалізації прецедентного методу прийняття рішень покладені в основу системи підтримки прецедентних рішень (СППР) [15]. Процес функціонування СППР можна представити у вигляді CBR-циклу (від англ. – case-based reasoning – метод міркувань на основі прецедентів) рис. 1.

Сформульована, з використанням теорії прецедентів, концепція формування портфелів постачальників логістичних послуг за проектами логістичного аутсорсингу складається із наступних етапів:

- формування переліку основних характеристик постачальників логістичних послуг;
- пошук прецедентів в базі даних;
- відбір із прецедентів ймовірних організацій-постачальників логістичних послуг;
- корегування характеристик постачальників логістичних послуг щодо попередньо заданих значень характеристик;
- підбір обраних прецедентів для вирішення поставленої в завданні на проектування задачі;
- формування портфеля постачальників логістичних послуг за проектом логістичного аутсорсингу;
- збереження в базі даних характеристик постачальників логістичних послуг, які будуть використовуватися в подальшому в проектах логістичного аутсорсингу.

Як трактує теорія прецедентів, кожна ситуація – це знання, які набуваються шляхом систематизації та узагальнення окремих різномірних фактів. Процедура набуття знань здійснюється фахівцями-експертами, які не тільки фіксують ситуацію («в певному місці, в певний час, за відповідних обставин трапився якийсь випадок»), але й здійснюють аналіз і виявляють причину її появи, оцінюючи повноту і об'єктивність наявної інформації. Після цього інженери зі знань (від англ. – knowledge engineers) переводять ці спеціальні знання у машинний формат і проводять їх накопичення в пам'яті комп'ютерів з метою подальшого використання в процесах прийняття рішень.

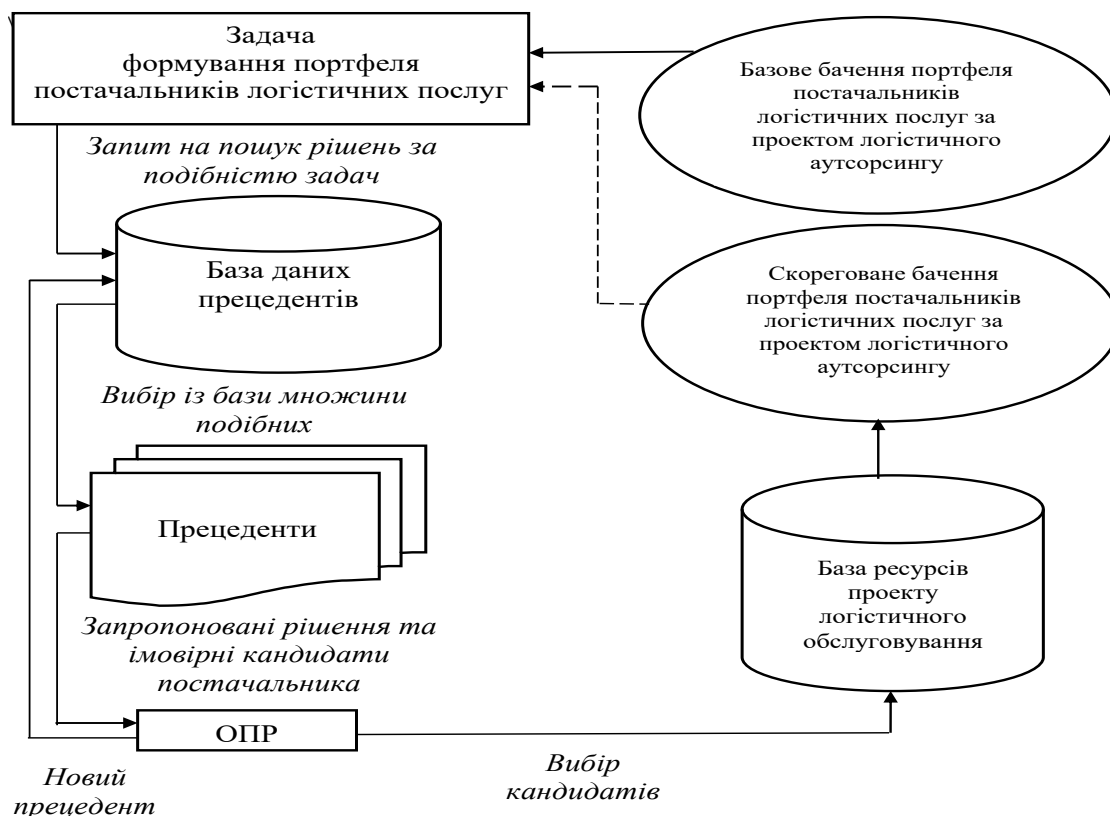


Рис. 1. Концептуальна модель прецедентного формування портфелів постачальників логістичних послуг за проектами логістичного аутсорсингу

Наведені етапи формування портфелів постачальників логістичних послуг за проектами логістичного аутсорсингу виконуються за безпосередньої взаємодії з особою, яка приймає рішення (ОПР). Багатопрецедентні системи, як правило, тільки обирають з бази даних

найбільш подібні прецеденти і залишають процес адаптації на розгляд ОПР, оскільки автоматизація процесу адаптації є складним завданням, практично не піддається узагальненню. В адаптації немає необхідності, оскільки обрані прецеденти містять достатньо інформації для прийняття об'єктивного рішення.

Якщо ж адаптація необхідна, то для її проведення можна використати базу знань щодо розвитку сфери логістичного обслуговування, яка містить набір необхідних фактів, правил і методів індуктивного і/або абдуктивного машинного навчання.

Щодо побудови СППР, то вона передбачає вирішення наступних завдань: розробку способу подання знань щодо ситуації, можливих варіантів прийняття рішень і пошуку постачальників логістичних послуг за проектами логістичного аутсорсингу; розроблення методу вибору постачальників логістичних послуг за відповідними прецедентами; розроблення методу ідентифікації та адаптації прийняття рішень; розроблення методу зберігання та індексації прецедентів.

В основу формального опису функціонування СППР покладемо базовий принцип, коли типовий прецедент – це формалізована структура, яка складається із опису проблеми, що характеризує ситуацію, і пошуку об'єктивного рішення щодо списку можливих варіантів прийняття рішень і переліку постачальників логістичних послуг. На основі цього твердження викладемо наступне формальне визначення: якщо прецедент e складається з множини $M = \langle s, r, h \rangle \in \mathcal{G} = S \cdot R \cdot H$, де ситуацій $s \in S$, пов'язаного з нею рішення $r \in R$ та виконавці $h \in H$, то ситуація S задається за допомогою формул, викладених в [16] на спеціалізованій мові L . Звідси, будь-якій ситуації S повинні відповідати кілька рішень, а тому допускаємо, що прецеденти типу $\langle s, r, h \rangle$ та $\langle s', r', h' \rangle$ різні, якщо $r \neq r'$.

Дані в системі прийняття рішень в межах концепції, що розглядається, подано множиною прецедентів M :

$$M = \{ \langle s_1, r_1, h_1 \rangle, \dots, \langle s_i, r_i, h_i \rangle, \dots, \langle s_n, r_n, h_n \rangle \}. \quad (1)$$

Кожний прецедент e_i розглядається як умовна імплікація, а саме:

$$S_i \Rightarrow r_i. \quad (2)$$

Таким чином, якщо для заданої задачі $S_i \approx S_j$ існує прецедент $e_j = \langle s_j, r_j, h_j \rangle$, то можна стверджувати, що r_j є наближеним рішенням для задачі S_i .

Звідси, чим ситуація s адекватніша до ситуації S_j , тим більше зростає вірогідність прийняття об'єктивних рішень для S_i і тим більше буде співпадати досвід виконавців h_j .

Щодо наближення ситуації S до ситуації S_j та відповідного рішення r_j застосуємо функцію подібності ζ , на основі якої формалізуються відношення подібності між прецедентами і визначається рівень подібності SM .

Зазначимо, що відношення подібності може бути побудовано тільки для множини вхідних факторів ситуації I [15].

Як було зазначено вище, прецедентну систему можна описати наступним чином: структура $\langle M, SM_\Omega, K \rangle$, де M – база прецедентів, SM_Ω – рівень подібності, який заданий для множини інтерпретацій Ω на мові L та K – множина формул мови L .

Звісно, що множина мов K становить базу знань щодо сфери логістичного обслуговування, яка отримана експертним шляхом. Тоді, для кожного прецеденту e_i можна за

допомогою оцінки подібності обчислити рівень подібності рішення r_i в ситуації, наближеної до S_i . У випадку, коли є необхідність використовувати наявні знання щодо сфери логістичного обслуговування, стверджуємо, що вираз виду:

$$K \rightarrow (s \rightarrow \Diamond_{SM_i} s_i), \quad (3)$$

об'єктивно описує клас ситуацій S_{e_i} .

Банк вихідних прецедентів M задає екстраполяцію відношення імплікації щодо (1) і фактично є базою знань, яка містить подібні імплікації: $M^* = \{s_i \Rightarrow_{\zeta_i} r_i | (s_i, r_i) \in M\}$. А тому, формулою:

$$M^* \rightarrow (s_i \Rightarrow_{\zeta_i} r_i), \quad (4)$$

також можна описати клас ситуації S_{e_i} .

Таким чином, можна констатувати, що прецедентна система виконує адаптовану до функції ситуації:

$$\{K \rightarrow (s \rightarrow \Diamond_{SM_i} s_i)\}_{i=1...n} \cup \{K, M^*, s\} \succ \Diamond_{SM_i \otimes \zeta_i} r_i. \quad (5)$$

Після формалізованого опису функціонування СППР перейдемо до побудови алгоритму формування бази прецедентів.

Як було зазначено вище, головним завданням СППР є процедура накопичення та впорядкування достатньої множини рішень прецедентів, які акумулюються у відповідній базі, яка об'єктивно описує не тільки виробничу інформацію, але і кадрову – щодо виконавців проектів.

Алгоритм формування бази прецедентів представлено на рис. 2.

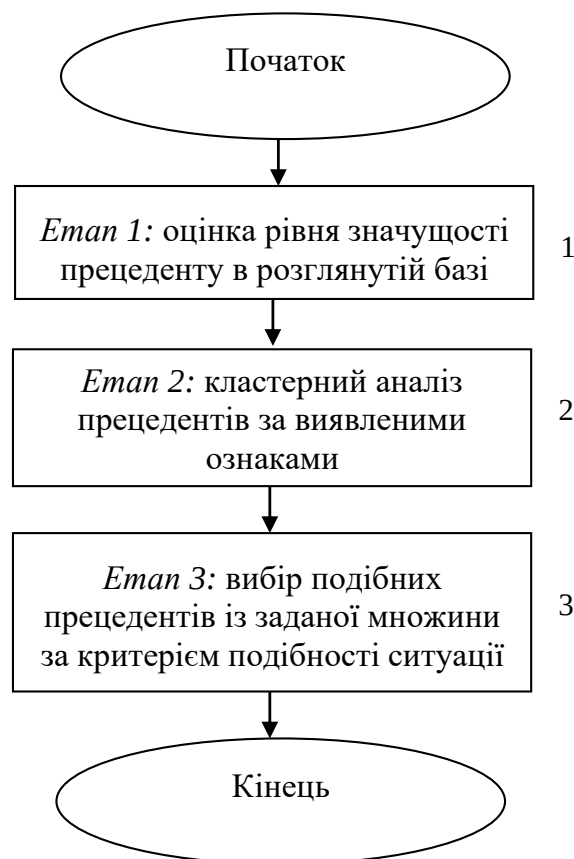


Рис. 2. Схема алгоритму формування бази прецедентів

На етапі I визначається функціональна оцінка ознак значущості – чим більше значення має функція, тим більш важлива відповідна ознака, і навпаки. Функціональна оцінка дозволяє проводити відбір подібних прецедентів, застосовуючи відношення подібності, з урахуванням найбільш важливих ознак.

Щодо знаходження ступеня близькості задачі S_i до задачі S_j й, відповідно, оцінювання близькості рішення r_j до шуканого використовуємо міру близькості прецедентів $d_{ij}^{(w)}$ і, на її основі, формулюється відношення подібності між прецедентами і виводиться міра подібності $SM_{ij}^{(w)}$:

$$d_{ij}^{(w)} = \left(\sum_{q=1}^n w_q^2 (x_{qi} - x_{qj})^2 \right)^{\frac{1}{2}}; \quad (6)$$

$$SM_{ij}^{(w)} = \frac{1}{1 + d_{ij}^{(w)}}, \quad (7)$$

де w_q – значення вагових коефіцієнтів характеристик ($w_q \in [0,1], q = \overline{1, n}$). x_{qi} , x_{qj} – значення характеристик нової задачі та значення характеристик задач, які зберігаються в базі прецедентів, відповідно.

Якщо всі значення вагомості w_q однакові і дорівнюють одиниці, то міра близькості відповідає евклідовій мірі та позначається як d_{ij} , а відповідна їй міра подібності – SM_{ij} .

Звідси, функціональна оцінка ознак визначається наступним чином:

$$E(w) = \frac{2 \cdot \left[\sum_i \sum_{i(i < j)} (SM_{ij}^{(w)} \cdot (1 - SM_{ij}) + SM_{ij} (1 - SM_{ij}^{(w)})) \right]}{N \cdot (N - 1)}, \quad (8)$$

де N – число прецедентів в базі прецедентів.

Для етапу 2 – мінімізації значення виразу (8) застосовуємо градієнтний метод [17] кластерного аналізу бази прецедентів. Метою кластеризації бази прецедентів є прискорення операцій вибірки подібних прецедентів та попереднього упорядкування бази прецедентів в компактні групи застосування [17].

Алгоритм кластеризації базується на основі формалізації виразів (6) і (7).

Після того, як вихідна база даних сформована та поділена на окремі кластери, реалізується процедура пошуку подібних прецедентів (етап 3), а завдяки розробленому методу кластерного аналізу прецедентів, сумарні витрати на пошук ефективного рішення істотно знижуються.

При формування бази прецедентів використовуються моделі подібності або допустимості, засновані на використанні нечітких або наближених множин щодо формування груп подібних елементів (прецедентів).

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Запропоновано, на основі методу прецедентів, концептуальну модель прецедентного формування портфеля постачальників логістичних послуг в проектах формування і реалізації стратегії логістичного аутсорсингу, яка розглядається як стратегія, яка розвивається. Дана концептуальна модель може бути покладена в основу розроблення методологічних аспектів управління змістом зазначених проектів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Минцберг Г., Альстрэнд Б., Лэмпел Д. Стратегическое сафари. Экскурсия по дебрям стратегического менеджмента / пер. с англ. М.: "Альпина Паблишер", 2012. 367 с.
2. Project Management Institute. Standard for portfolio management – Thourth Edition, Project Management Institute Inc, 2017, 140 p.
3. Воркут Т.А., Білоног О.Є., Дмитриченко А.М., Петунін А.В., Срібна Н.В., Третиниченко Ю.О. Портфельно-орієнтоване управління в організаційних мережах. – Київ, Міленіум, 2021. – 232 с.

4. Coyle J.J. *Transportation*. / J.J. Coyle, E.J. Bardi, R.A. Novack. – 4nd. ed. – San Francisco: West Publishing Company, 1994. – 574 p.
5. Bowersox D.J. *Leading Edge Logistics Competitive Positioning for the 1990s*. / D.J. Bowersox, P.J. Daudherty, C.L. Droge, D.S. Rogers, D. Wardlow. /– Oak Brook: CLM, 1989. – 550 p.
6. Sheffi Y. *Third Party Logistics: Present and Future Prospects*. / Y. Sheffi. // *Journal of Business Logistics*. – 1990. – Vol. 11, № 2. – P.27–35.
7. Lieb R.C. *A Comparison of the Use of Third-Party Logistics Services by Large American Manufactures, 1991, 1994, and 1995*. / R.C. Lieb, H.L. Randall. // *Journal of Business Logistics*. – 1996. – Vol. 17, № 1. – p.305–320.
8. Bardi E.J. *Transportation Outsourcing: a Survey of U.S. Practices*. / E.J. Bardi, M. Tracey // *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. – 1991. – Vol. 21, № 3. – p.15–21.
9. Dickson G.W. *An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions*. / G.W. Dickson. // *Journal of Purchasing*. – 1966. – Vol. 2, № 1. – P.5–17.
10. Williamson O.E. *Market & Hierarchy: Analysis & Antitrust Implications*. / O.E. Williamson. – New York: Free Press, 1983. – 286 p.
11. Dempsey W. *Vendor Selection and the Buying Process*. / W. Dempsey. // *Industrial Marketing Management*. – 1978. – Vol. 7. – P.257–267.
12. Воркут Т.А., Білоног О.Є., Дмитриченко А.М., Третиниченко Ю.О. *Управління ланцюгами постачань: логістичний аспект*. – Київ, Міленіум, 2021. – 232 с.
13. Weber C.A. *Vendor Selection Criteria and Methods*. / C.A. Weber, J.R. Current, W.C. Benton. // *European Journal of Operational Research*. – 1991. – Vol. 50, № 1. – p. 2 – 18.
14. Dubois D. *Case-Based Reasoning: A Fuzzy Approach* – *Gesture Notes in Computer Science* / Estava F., Carcia P., Godo L., Lopez de Montaraz R., Prade H. // – Springer. – 1999. vol 1566. – pp 79–91
15. Tsang E. *Clustering and Classification of Cases Using Learned Global Feature Weights* / Tsang E., Shin C., Wang X., Lam M. // *Proceedings of the Joint 9th IFSA World Congress*. – Vancouver, Canada. – 2001. – pp. 2971–2976.
16. *The Wisdom of Team* (Boston: Harvard, Business School Press, 1993) / Jon R. Katzenbach, Douglas K. Smith // – Цитовано по – Нивен Пол Р. *Сбалансированная Система Показателей – шаг за шагом: Максимальное повышение эффективности и закрепление полученных результатов*. – Днепропетровск: Баланс-Клуб, 2003. – С.51.
17. Трахтенгеру Э.А. *Компьютерная поддержка принятия решений* / Трахтенгеру Э.А. – М.: Наука, 1998. – 420 с.

MEDICINE

RISK FACTORS FOR DEVELOPING DIABETIC MYOPATHY IN CHILDREN WITH TYPE 1 DIABETES MELLITUS

Pashkova O. Ye., MD, PhD, DSc, Professor of the Department of Hospital Pediatrics, Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3935-5103>

Chudova N. I., Assistant of the Department of Hospital Pediatrics, Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5641-1843>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30052021/7587

ARTICLE INFO

Received: 25 March 2021

Accepted: 10 May 2021

Published: 30 May 2021

KEYWORDS

diabetes mellitus, diabetic myopathy, children, factor analysis.

ABSTRACT

Aim of study: to determine the pathogenetic factors that have an impact on the development of diabetic myopathy in children with DM1, to investigate the structure of the factors. The observation group included 136 children 14.3 ± 0.3 years old who have been suffering from DM1 for 1 to 10 years. Diagnosed diabetic myopathy in 45 (33.1%) patients (19 (24.4%) boys and 25 (44.8%) girls). By factor analysis, 5 factors were identified that are of leading importance in the pathogenesis of the development of diabetic myopathy in children with DM1. These factors accounted for 73.33% of the total dispersion. The first rank place was represented by the group factor (nitrotyrosine and homocysteine), which accounted for 19.54% of the total dispersion; interpreted as a factor of "oxidative stress". The second rank place was represented by the content of triglyceride in the blood serum and the level of the triglyceride-glucose complex, which amounted to 16.69% of the total dispersion; interpreted as "insulin resistance factor". The third rank place was interpreted as "the state of peripheral blood supply", which accounted for 13.93% of the total variance, and included the indicators of the ankle-brachial index before and after exercise stress. The fourth rank place was interpreted as an "anamnesic factor", which accounted for 12.04% of the total dispersion, and included three risk factors: age, sex of the patient, and duration of DM1. The fifth factor ("inflammation factor") included the indicators of glycosylated hemoglobin and interleukin-6, and demonstrates the development of chronic low-level inflammation against the background of hyperglycemia. Thus, using factor analysis, we determined that oxidative stress, insulin resistance, impaired peripheral circulation, duration of diabetes mellitus, female sex, chronic hyperglycemia, increased activity of proinflammatory cytokines had a priority effect on the pathogenesis of diabetic myopathy. We have formed a factorial model that will optimize the diagnosis of diabetic myopathy, improve approaches to its therapy and prevention, identifying among children with DM1 the risk group for the development and progression of this complication.

Citation: Pashkova O. Ye., Chudova N. I. (2021) Risk Factors for Developing Diabetic Myopathy in Children with Type 1 Diabetes Mellitus. *World Science*. 5(66). doi: [10.31435/rsglobal_ws/30052021/7587](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30052021/7587)

Copyright: © 2021 **Pashkova O. Ye., Chudova N. I.** This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

It is known that skeletal muscle is the main site of metabolic fuel use in the body, and the organ for insulin-mediated glucose utilization. Thus, cellular dysfunction of skeletal muscles is one of the most important pathophysiological signs of diabetes [1]. The importance of the role of skeletal muscle in controlling the metabolism of the whole body is understood, but research on the mechanisms of development of diabetic myopathy is negligible.

For the study of complex systems, it is effective to use factor analysis with the allocation of principal components (factors). This is a set of pathogenetic influences that are of the greatest importance in the development of the pathological process.

Aim of study: to determine the pathogenetic factors that determine the development of diabetic myopathy in children with type 1 diabetes mellitus, and to investigate the factor structure.

Research materials and methods.

The main group included 136 children aged 11 to 17 years (mean age 14.3 ± 0.3 years) with type 1 diabetes mellitus. The duration of the disease ranged from 1 to 10 years. The development of diabetic myopathy was observed in 45 (33.1%) children. This complication was diagnosed in 19 (24.4%) boys and 26 (44.8%) girls. Diabetic myopathy was diagnosed with a decrease in skeletal muscle strength and skeletal muscle mass index in comparison with the normative indicators [2]. We analyzed the data of the anamnesis of the disease, including data on the duration of the course of diabetes mellitus, sex, and age of children who were examined, the state of glycemic control, the presence of chronic complications, signs of insulin resistance. To assess insulin resistance, the content of triglycerides in the blood serum was studied, and the triglyceride-glucose index (TyG) was determined [3]. To assess the state of the peripheral circulation, the ankle-brachial index (ABI) was determined before and after physical activity [4]. Investigated the content in blood serum of nitrotyrosine, homocysteine, and interleukin-6 using enzyme-linked immunosorbent assay. Commercial kits «Nitrotyrosine» (ELISA, The Netherlands) «Homocysteine» (EIA, United Kingdom), «Human IL-6 High Sensitive» (ELISA, Austria) were used for the study.

Factor analysis was performed to identify the minimum number of hidden common factors that had the greatest influence on the development of diabetic myopathy. For the selection of factor complexes, the Spearman correlation matrix was used. At the next stage, the factorial influence of the studied indicators was determined. We chose the method of principal component analysis as a method for factorizing the correlation matrix. We used the Kaiser criterion to determine the number of common factors in the model (eigenvalues of each factor must exceed 1); common factors explain the overall share, which is over 70%. We used Rotation Method: Varimax for indicators with factor loadings of more than 0.7 Factor analysis was performed using Rotation Method: Varimax, taking into account the results of the initial analysis, and was also used to describe the dispersion of the principal component data set [5].

At the planning stage of the study, we received permission from the regional commission on bioethics of Zaporizhzhya State Medical University. All procedures in which the supervised children participated were in line with the ethical standards of the institutional and national research committee and the 1964 Declaration of Helsinki, as further amended or compared with ethical standards. Received informed consent from each patient who was under examination, as well as their official guardians.

Results. As a result of factor analysis, 5 factors were identified that determined the development of diabetic myopathy in children with type 1 diabetes mellitus. These factors accounted for 73.33% of the total dispersion (tab. 1), while the first 3 factors accounted for 50.16% of the dispersion.

Table 1. Eigenvalues of factors and percentage of total dispersion

Factors	Eigenvalues of factors	Percentage of total dispersion (%)	Accumulated eigenvalues	Accumulated percentage of total dispersion (%)
1	2,15	19,54	2,15	19,54
2	1,84	16,69	3,98	36,23
3	1,53	13,93	5,52	50,16
4	1,32	12,04	6,84	62,19
5	1,22	11,14	8,07	73,33

Based on the analysis, a matrix of factor loads was formed (tab. 2).

Table 2. Factor load matrix

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
Duration of type 1 diabetes mellitus				0,605	
Glycosylated hemoglobin (HbA1)					0,773
ABI before load			0,747		
ABI after load			0,858		
Triglycerides		0,900			
TyG index		0,927			
Nitrotyrosine	0,871				
Homocysteine	0,763				
IL-6					0,758
Age				0,780	
Sex				0,776	

Analysis of the identified factors in the group of children with diabetic myopathy showed that the first factor determined 19.54% of dispersion and consisted of two potential risk factors: 1) the level of nitrotyrosine (factor load 0.871); 2) homocysteine level (0.763). Interpreted this factor as a factor of "oxidative stress".

The second most important factor was the group factor, which had 16.69% of the total proportion of dispersion, which combined two initial potential risk factors: 1) the content of triglycerides in blood serum; 2) the level of the triglyceride-glucose index. Interpreted this factor as "insulin resistance factor".

The third most significant factor contained 13.93% of the total proportion of dispersion, and included factors that we interpreted as the "state of peripheral blood supply", which included indicators of the ankle-brachial index before and after exercise stress.

The fourth factor in the matrix contained 12.04% of the total dispersion. Interpreted this factor as an "anamnesic factor" and included three initial risk factors that had the highest factor load: 1) the patient's age (factor load 0.780); 2) the sex of the child (factor load 0.776); 3) the duration of the course of diabetes mellitus (factor load 0.605).

The fifth factor included indicators of glycosylated hemoglobin (factor loading 0.773) and interleukin-6 (factor loading 0.758). We assume that this factor demonstrates the development of chronic low-level inflammation against the background of hyperglycemia. Interpreted as "inflammation factor".

Discussion. Modern ideas about the pathogenetic mechanisms of complications of diabetes mellitus, including diabetic myopathy, indicate the leading role of oxidative stress in the pathogenesis of their development [6, 7]. The increased activity of oxidative processes leads to the progression of pathological changes in the microvascular blood flow and the gradual depletion of the capillary network in skeletal muscles. This pathological process leads to the redistribution of muscle fibers, their atrophy, dysfunction of skeletal muscles, and the development of diabetic myopathy [8, 9, 10]. Experimental studies have shown that the use of the antioxidant properties of alpha-lipoic acid reduces the severity of morphological changes in the skeletal muscles of rats, which are caused by diabetes mellitus. Also, treating the muscles with alpha-lipoic acid prevents atrophy. These observations support the important role of oxidative stress and antioxidant defenses in the development of diabetic myopathy again [11].

Another reason for the development of diabetic myopathy is a decrease in insulin sensitivity. Elevated blood triglyceride and fatty acid levels and increased intracellular lipid storage are the distinctive of insulin resistance [12].

Richardson et al. (2005) the earliest scientists to demonstrate increased levels of free fatty acids leading to intracellular matrix remodeling due to increased collagen deposition in human skeletal muscle [13]. Similar changes are found in insulin-resistant skeletal muscle [14]. At the same time, under conditions of insulin resistance, protein synthesis in muscle tissue decreases and there is no sufficient synthesis of ATP in mitochondria, which is necessary for muscle contraction [15]. Nomura T. et al. (2007) described a close relationship between skeletal muscle health and decreased

insulin sensitivity. This study demonstrated that insulin resistance is an independent risk factor for decreased muscle strength [16]. In addition, it is known that in persons who have insulin resistance, reduced oxidative capacity is characteristic of skeletal muscle [17].

It is known that diabetes mellitus is one of the main risk factors that affect the early development and rapid progression of diabetic angiopathy [18]. It has been proven that a decrease in blood supply to skeletal muscles leads to the prevalence of catabolism over anabolism in muscle tissue, and, as a result, increases skeletal muscle fatigue, and causes a decrease in muscle strength and a decrease in exercise stress tolerance [19].

It is known that both the duration of the course of diabetes mellitus and sex affect the development of complications. Sex dimorphic has so far been described in the regulation of skeletal muscle protein depending on insulin resistance, muscle fiber strength and distribution, mitochondrial function, oxidative metabolism, and fatigue in mammalian [1]. Known clinical and experimental, which describe the "female advantage" in the progression of diabetic myopathy, which is explained by differences in the regulation of skeletal muscle proteins. Experimental animals were used to demonstrate sex-dimorphic expression of some skeletal muscle proteins: a decrease in the expression of the myosin heavy chain, which is associated with the rate of muscle contraction; decrease in the expression of tropomyosins, which have a key role in the structure and regulation of muscle contraction. The above changes were more pronounced in female rats compared to male rats with diabetes mellitus [1].

One of the main risk factors for the development and progression of myopathy in diabetes mellitus is chronic hyperglycemia, when the amount of end products of glycation increases. Hyperglycemia accelerates the decline in muscle mass, and an increase in the concentration of advanced glycation end products contributes to a decrease in muscle strength [20]. Skeletal muscle satellite cells can turn into adipocytes in the presence of hyperglycemia. This can lead to fatty infiltration of muscles, an increase in fat mass and, consequently, to a decrease in muscle mass and dysfunction of skeletal muscles [21].

Increased activity of proinflammatory cytokines increases the risk of developing diabetic myopathy [22]. It was investigated that a chronic increase in the concentration of circulating IL-6 has a harmful effect on skeletal muscles. This can be explained by the fact that intracellular signaling is inhibited, which leads to the loss of myofibrillar protein and muscle atrophy, and, as a consequence, to a decrease in muscle strength and muscle mass [23, 24].

Thus, the factor analysis made it possible to determine the leading pathogenetic mechanisms of the development and progression of diabetic myopathy in children with type 1 diabetes mellitus.

Conclusions.

1. Factor analysis made it possible to determine the leading pathogenetic mechanisms of the development of diabetic myopathy in children with type 1 diabetes mellitus. Oxidative stress, insulin resistance, impaired peripheral circulation, duration of type 1 diabetes mellitus, female sex, chronic hyperglycemia, and increased activity of proinflammatory cytokines are the factors that most influenced the pathogenesis of the development of diabetic myopathy.

2. The factor model that we have obtained allows us to optimize the diagnosis of diabetic myopathy, improve therapeutic tactics, and improve prevention by differentiating the developmental groups and progression of diabetic myopathy among children with type 1 diabetes mellitus.

Conflict of interests: The authors confirm that there are no conflicts of interest.

REFERENCES

1. Choi, M., Choi, J. W., Chaudhari, H. N., Aseer, K. R., Mukherjee, R., & Yun, J. W. (2013). Gender-dimorphic regulation of skeletal muscle proteins in streptozotocin-induced diabetic rats. *Cellular Physiology and Biochemistry*, 31(2-3), 408-420. Retrieved from <https://doi.org/10.1159/000343378>
2. Dydyshko Ju.V., Shepel'kevich A.P. (2015). Vozmozhnosti ocenki sostojanija myshechnogo komponenta v norme i pri saharanom diabete. *Medicinskaja panorama*, 5, 45-50.
3. Dikaiakou, E., Vlachopapadopoulou, E. A., Paschou, S. A., Athanasouli, F., Panagiotopoulos, I., Kafetzi, M., ... & Michalacos, S. (2020). Triglycerides-glucose (TyG) index is a sensitive marker of insulin resistance in Greek children and adolescents. *Endocrine*, 70(1), 58-64. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s12020-020-02374-6>
4. Crawford, F., Welch, K., Andras, A., & Chappell, F. M. (2016). Ankle brachial index for the diagnosis of lower limb peripheral arterial disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (9). doi: 10.1002/14651858.CD010680.pub2.
5. Tihomirov N.P. Tihomirova N.P., Ushmaev N.P. (2011). *Metody jekonometriki i mnogomernogo statisticheskogo analiza: Uch. M.: Jekonomika*.

6. Ivanov V.V., Shahrstova E.V., Stepovaja E.A., Litvjakov N.V., Perekucha N.A., Nosareva O.L., Fedorova T.S., Novickij V.V. (2017). Okislitel'nyj stress v patogeneze saharnogo diabeta 1 tipa: rol' ksantinoksidazy adipocitov. *Bjulleten' sibirskoj mediciny*, 16 (4), 134–143. DOI: 10.20538/1682-0363-2017-4-134–143
7. Jurisic-Erzen, D., Starcevic-Klasan, G., Ivanac, D., Peharec, S., Girotto, D., & Jerkovic, R. (2018). The effects of alpha-lipoic acid on diabetic myopathy. *Journal of endocrinological investigation*, 41(2), 203–209. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s40618-017-0720-0>
8. Suprun, Je. V., & Tereshhenko, S. V. (2017). Rol' jendotelial'noj disfunkcii v formirovanii oslozhnenij saharnogo diabeta i perspektivy ee korekcii receptornym antagonistom interlejkina-1. *Visnik naukovih doslidzen'*, (2), 5–12. DOI 10.11603/2415-8798.2017.2.7612
9. Barrett, E. J., Liu, Z., Khamaisi, M., King, G. L., Klein, R., Klein, B. E., ... & Casellini, C. M. (2017). Diabetic microvascular disease: an endocrine society scientific statement. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 102(12), 4343–4410. Retrieved from <https://doi.org/10.1210/jc.2017-01922>
10. Kusters, Y. H., & Barrett, E. J. (2016). Muscle microvasculature's structural and functional specializations facilitate muscle metabolism. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 310(6), E379–E387 Retrieved from <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00443.2015>
11. Jurisic-Erzen, D., Starcevic-Klasan, G., Ivanac, D., Peharec, S., Girotto, D., & Jerkovic, R. (2018). The effects of alpha-lipoic acid on diabetic myopathy. *Journal of endocrinological investigation*, 41(2), 203–209. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s40618-017-0720-0>
12. Ahmad, K., Lee, E. J., Moon, J. S., Park, S. Y., & Choi, I. (2018). Multifaceted interweaving between extracellular matrix, insulin resistance, and skeletal muscle. *Cells*, 7(10), 148. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/cells7100148>
13. Richardson, D. K., Kashyap, S., Bajaj, M., Cusi, K., Mandarino, S. J., Finlayson, J., ... & Mandarino, L. J. (2005). Lipid infusion decreases the expression of nuclear encoded mitochondrial genes and increases the expression of extracellular matrix genes in human skeletal muscle. *Journal of Biological Chemistry*, 280(11), 10290–10297. Retrieved from <https://doi.org/10.1074/jbc.M408985200>
14. Berria, R., Wang, L., Richardson, D. K., Finlayson, J., Belfort, R., Pratipanawatr, T., ... & Mandarino, L. J. (2006). Increased collagen content in insulin-resistant skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 290(3), E560–E565. Retrieved from <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00202.2005>
15. Fujita, S., Glynn, E. L., Timmerman, K. L., Rasmussen, B. B., & Volpi, E. (2009). Supraphysiological hyperinsulinaemia is necessary to stimulate skeletal muscle protein anabolism in older adults: evidence of a true age-related insulin resistance of muscle protein metabolism. *Diabetologia*, 52(9), 1889–1898. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s00125-009-1430-8>
16. Nomura, T., Ikeda, Y., Nakao, S., Ito, K., Ishida, K., Suehiro, T., & Hashimoto, K. (2007). Muscle strength is a marker of insulin resistance in patients with type 2 diabetes: a pilot study. *Endocrine journal*, 0709210026–0709210026. Retrieved from <https://doi.org/10.1507/endocrj.K07-055>
17. Holloway, G. P., Thrush, A. B., Heigenhauser, G. J., Tandon, N. N., Dyck, D. J., Bonen, A., & Spriet, L. L. (2007). Skeletal muscle mitochondrial FAT/CD36 content and palmitate oxidation are not decreased in obese women. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 292(6), E1782–E1789. Retrieved from <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00639.2006>
18. Shi, Y. and Vanhoutte, P.M. (2017), Macro- and microvascular endothelial dysfunction in diabetes. *Journal of Diabetes*, 9: 434–449. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/1753-0407.12521>
19. Kim, J. H., Lim, S., Choi, S. H., Kim, K. M., Yoon, J. W., Kim, K. W., ... & Kritchevsky, S. (2014). Sarcopenia: an independent predictor of mortality in community-dwelling older Korean men. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 69(10), 1244–1252. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/gerona/glu050>
20. Onuchina, Ju. S., & Gur'eva, I. V. (2018). Vzaimosvjaz' sarkopenii i saharnogo diabeta tipa 2. *Jendokrinologija: Novosti. Mnenija. Obuchenie*, (4 (25)). doi:10.24411/2304-9529-2018-14004
21. Gaskin, F. S., Farr, S. A., Banks, W. A., Kumar, V. B., & Morley, J. E. (2003). Ghrelin-induced feeding is dependent on nitric oxide. *Peptides*, 24(6), 913–918. Retrieved from [https://doi.org/10.1016/S0196-9781\(03\)00160-8](https://doi.org/10.1016/S0196-9781(03)00160-8)
22. Onuchina Ju. S. (2019). Vlijanie saharnogo diabeta 2 tipa na klinicheskie osobennosti i diagnosticheskie kriterii sarkopenii u zhenshhin starshego vozrasta Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata medicinskih nauk Special'nost' 14.01.02. Jendokrinologija. Moskva.
23. Haddad, F., Zaldivar, F., Cooper, D. M., & Adams, G. R. (2005). IL-6-induced skeletal muscle atrophy. *Journal of applied physiology*, 98(3), 911–917. Retrieved from <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01026.2004>
24. Rosa, J. S., Flores, R. L., Oliver, S. R., Pontello, A. M., Zaldivar, F. P., & Galassetti, P. R. (2010). Resting and exercise-induced IL-6 levels in children with Type 1 diabetes reflect hyperglycemic profiles during the previous 3 days. *Journal of Applied Physiology*, 108(2), 334–342. Retrieved from <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01083.2009>

ЗМІНИ ХОЛЕЦИСТОКІНІНУ-ПАНКРЕОЗИМІНУ У ХВОРИХ НА ХРОНІЧНИЙ НЕКАМЕНЕВИЙ ХОЛЕЦИСТИТ У ПОЄДНАННІ З НЕАЛКОГОЛЬНОЮ ЖИРОВОЮ ХВОРОБОЮ ПЕЧІНКИ І СТАБІЛЬНОЮ ІШЕМІЧНОЮ ХВОРОБОЮ СЕРЦЯ

Вірстюк Н. Г., д.мед.н., професор, завідувачка кафедри фармакології та внутрішньої медицини №3 ім. М.М. Бережницького Івано-Франківського національного медичного університету, Івано-Франківськ, Україна

Вацеба Б. Р., асистент кафедри фармакології та внутрішньої медицини №3 ім. М.М. Бережницького Івано-Франківського національного медичного університету, Івано-Франківськ, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5794-8754>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30052021/7588

ARTICLE INFO

Received: 05 April 2021

Accepted: 12 May 2021

Published: 30 May 2021

KEYWORDS

chronic acalculous cholecystitis, non-alcoholic fatty liver disease, stable ischemic heart disease, cholecystokinin-pancreozymin.

ABSTRACT

Disorders in the system of neurohumoral regulation, gastrointestinal peptide hormones, such as cholecystokinin-pancreozymin (CCK-PZ), which also acts as a neurotransmitter, are of great importance in the development of the biliary tract pathology. The influence of CCK-PZ on the gallbladder function in patients with chronic acalculous cholecystitis in combination with non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) and Stable ischemic heart disease (SIHD) remains unexplored. We have examined 60 patients with chronic acalculous cholecystitis, among which patients with concomitant NAFLD and SIHD or without comorbidity were distinguished. The lipid spectrum of the blood was determined for all patients, the level of CCK-PZ in the blood serum was determined by the enzyme immunoassay using reagents made by Peninsula Laboratories Inc (USA). A polypositional ultrasound examination of the gallbladder was performed, as well as a fractional multiple moment duodenal intubation. It was found that the combination of chronic acalculous cholecystitis with NAFLD and SIHD is manifested by a significant violation of lipid metabolism, dyslipidemia, an increase in cholesterol of proatherogenic lipoprotein fractions and a deficiency of high density lipoproteins. A decrease in the level of cholecystokinin-pancreosimin in patients with chronic acalculous cholecystitis leads to a decrease in the contractility of the gallbladder and an increase in the tone of the sphincter of Oddi. An increase in the level of triacylglycerols and total cholesterol leads to an increase in the flow of lipids into the wall of the gallbladder, which is manifested by its thickening and hypotension of the gallbladder.

Citation: Nataliya Virstyuk, Bohdana Vatseba. (2021) Changes of Cholecystokinin-Pancreozymin in Patients with Chronic Acalculous Cholecystitis in Combination with Non-Alcoholic Fatty Disease and Stable Ischemic Heart Disease. *World Science*. 5(66). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30052021/7588

Copyright: © 2021 Nataliya Virstyuk, Bohdana Vatseba. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Вступ. Хронічний некаменевий холецистит (ХНХ) – поліетіологічне запальне захворювання жовчового міхура (ЖМ), на яке хворіють особи найбільш працездатного віку [1,2]. Неалкогольна жирова хвороба печінки (НАЖХП), яка є проблемою не тільки сучасної гепатології, але й має глобальне значення для стану здоров'я людини, значно погіршує перебіг ХНХ [3].

Значного поширення набуває поєднання ішемічної хвороби серця (ІХС) та НАЖХП, яке патогенетично зумовлює перебіг та прогресування цих двох нозологій [4].

Велике значення в розвитку патології біліарного тракту надають порушенням у системі нейрогуморальної регуляції, ролі гастроінтестинальних пептидних гормонів, таких як холецистокінін-панкреозимін (ХЦК-ПЗ), який також виступає у ролі нейротрансмітера [5]. ХЦК-ПЗ сприяє скороченню ЖМ та розслабленню сфінктера Одді у відповідь на прийом їжі [6]. Недостатня продукція ХЦК-ПЗ може бути однією з причин порушення скорочувальної функції ЖМ та сприяти розвитку ХНХ [7].

Діагностика та лікування захворювань травного тракту утруднена через часте поєднання патології різних органів, які не тільки анатомічно, але й функціонально пов'язані між собою [5]. На процесі жовчоутворення, а також на властивостях жовчі часто позначається патологічний стан печінки [3]. Змінений склад жовчі чинить свій модифікуючий вплив на функціональну здатність ЖМ. Перенасичення жовчі холестерином призводить до надмірної його абсорбції в стінку ЖМ, що сприяє зниженню його скоротливої функції. Такі зміни в поєднанні з порушенням нейроендокринної регуляції скоротливих процесів у ЖМ погіршують перебіг ХНХ [8]. Невивченим залишається питання впливу ХЦК-ПЗ на функцію жовчового міхура у хворих на ХНХ у поєднанні з НАЖХП та стабільною ІХС.

Мета дослідження. Дослідити зміни рівня холецистокініну-панкреозиміну у крові хворих на ХНХ, поєднаний з НАЖХП і стабільною ІХС та оцінити його вплив на скоротливу функцію ЖМ.

Матеріали та методи. Для реалізації поставленої мети проведено комплексне обстеження 60 хворих на ХНХ, 26 чоловіків і 34 жінки, які були розділені на три групи дослідження. Першу групу склали 20 пацієнтів (середній вік $52,05 \pm 2,13$ р.) з хронічним некаменевим холециститом без НАЖХП. До другої групи увійшли 20 хворих (середній вік $51,16 \pm 3,01$ р.) з хронічним некаменевим холециститом, поєднаним з НАЖХП. Третю групу склали 20 пацієнтів (середній вік $51,32 \pm 2,89$ р.) з хронічним некаменевим холециститом на тлі НАЖХП і стабільної ІХС. Для контрольної групи відібрали 20 осіб (середній вік $51,20 \pm 2,99$ р.), у яких не виявлено патології гепатобіліарної системи.

Діагноз ХНХ встановлювали згідно Наказу МОЗ України №271 від 13.06.2005 "Про затвердження протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю "Гастроентерологія" [9] на основі анамнезу, клінічних ознак, лабораторних показників, БФДЗ із мікроскопічним дослідженням жовчі, інструментальних методів діагностики (УЗД печінки і жовчовивідних шляхів). Діагноз НАЖХП встановлювали відповідно до уніфікованого клінічного протоколу "Неалкогольний стеатогепатит" (Наказ МОЗ України № 826 від 06.11.2014 року) [10], згідно з рекомендаціями Американської гастроентерологічної асоціації (AGA), Адаптованої клінічної настанови "Неалкогольна жирова хвороба печінки" (2014) [11], рекомендаціями Європейської асоціації з вивчення печінки (EASL), Європейської асоціації з вивчення діабету (EASD), Європейської асоціації з вивчення ожиріння (EASO) (2016) [12]. Діагноз стабільної ІХС верифікували за даними електрокардіографії (ЕКГ), велоергометрії та/чи результатами коронарографії та наявності в анамнезі перенесеного інфаркту міокарда відповідно до уніфікованого клінічного протоколу "Стабільна ішемічна хвороба серця" (Наказ МОЗ України № 152 від 02.03.2016 року) [13].

Усім хворим визначали ліпідний спектр крові за вмістом загального холестеролу (ЗХ), триацилгліцеролів (ТГ), ХС ліпопротеїнів низької (ЛПНГ), дуже низької (ЛПДНГ) та високої густини (ЛПВГ) за допомогою наборів реактивів фірми «Simko Ltd» (Україна). Рівень холецистокініну-панкреозиміну в сироватці крові визначали імуноферментним методом з використанням набору реактивів фірми Peninsula Laboratories Inc (США). Проводилось поліпозиційне ультразвукове дослідження ЖМ у положенні лежачи на спині, на лівому боці та стоячи. Під час дослідження використовували прийом затримки дихання у фазу глибокого вдиху. Оцінювали структурні особливості ЖМ та жовчовивідних шляхів, наявність включень та деформацій. Вимірювали поздовжній (відстань від шийки до дна) та поперечний розміри, площу максимального зрізу жовчового міхура по довжині, товщину стінки ЖМ. Пацієнтам обох груп дослідження та особам контрольної групи проводили 5-моментне фракційне дуоденальне зондування, оцінювали тривалість кожної фази та об'єм виділеної жовчі.

Отримані результати обробляли статистично за допомогою програмного забезпечення – табличного процесора Microsoft Excel та пакета прикладних програм Statistica 10.0 (StatSoft, США). Розраховували основні статистичні параметри: середню арифметичну (М) та її середню похибку ($\pm m$), коефіцієнт достовірності (р), коефіцієнт рангової кореляції (r) Спірмена.

Результати досліджень та їх обговорення.

При дослідженні показників ліпідного спектру крові (табл.1) встановлено достовірне наростання рівня ЗХ у хворих усіх груп дослідження. Зокрема, у пацієнтів І групи даний показник на 16,5% перевищив рівень в контролі ($p < 0,05$). У хворих ІІ групи ЗХ на 35,6% був вищим за показник у здорових осіб ($p < 0,05$) і на 16,5% вищим порівняно з хворими І групи ($p < 0,05$). У пацієнтів ІІІ групи показник ЗХ на 50,8% перевищив рівень контролю ($p < 0,05$), був на 29,5% вищим від показника І групи ($p < 0,05$) та на 11,1% вище рівня у хворих ІІ групи ($p < 0,05$).

Таблиця 1. Показники ліпідного спектру крові у хворих із хронічним некаменевим холециститом на тлі неалкогольної жирової хвороби печінки і стабільної ішемічної хвороби серця

Показники	Здорові (n=20)	Хворі з ХНХ без НАЖХП, І група (n=20)	Хворі з ХНХ+ НАЖХП, ІІ група (n=20)	Хворі з ХНХ+ НАЖХП і стабільною ІХС, ІІІ група (n=20)
ЗХ, ммоль/л	4,43±0,12	5,16±0,17*	6,01±0,28*°	6,68±0,39*°"
ТГ, ммоль/л	1,25±0,05	1,52±0,06*	2,56±0,05*°	2,64±0,05*°
ЛПВГ, ммоль/л	1,34±0,05	1,15±0,03*	0,91±0,04*°	0,79±0,02*°"
ЛПНГ, ммоль/л	2,42±0,06	3,32±0,12*	3,81±0,08*°	4,89±0,12*°"
ЛПДНГ, ммоль/л	0,58±0,03	0,74±0,02*	1,06±0,04*°	1,24±0,03*°"

Примітки: *: вірогідність різниці порівняно з контрольною групою ($p < 0,05$); °: вірогідність різниці порівняно з хворими з ХНХ без НАЖХП ($p < 0,05$); ": вірогідність різниці порівняно з хворими з ХНХ з НАЖХП ($p < 0,05$).

Рівень ТГ у пацієнтів з ХНХ без НАЖХП був на 21,6% вищим, ніж у здорових осіб ($p < 0,05$). У пацієнтів ІІ і ІІІ груп цей показник перевищив рівень контролю у 2,0 та 2,1 рази відповідно. Достовірної різниці між рівнем ТГ у хворих ІІ та ІІІ груп не виявлено.

Встановлено достовірне зменшення рівня ЛПВГ у всіх обстежених хворих, що було найбільш виражено у пацієнтів ІІІ групи. Зокрема, у хворих І групи рівень ЛПВГ виявився на 14,2% нижчим за їх показник у здорових осіб ($p < 0,05$); у пацієнтів ІІ групи цей показник був нижчим на 32,1% порівняно з контролем ($p < 0,05$) та на 20,8% – порівняно з І групою ($p < 0,05$). У свою чергу, у хворих ІІІ групи рівень ЛПВГ був нижчим на 41,0% порівняно зі здоровими ($p < 0,05$), на 31,3% нижчим за показник ЛПВГ у хворих І групи ($p < 0,05$) і на 13,2% порівняно з хворими ІІІ групи ($p < 0,05$) відповідно.

Рівень ЛПНГ у хворих з ізольованим ХНХ в 1,4 рази перевищив показник в контролі ($p < 0,05$). У хворих ХНХ в поєднанні з НАЖХП цей показник перевищував величину в здорових осіб в 1,6 рази ($p < 0,05$) та був в 1,2 рази вищим порівняно з хворими без супутньої патології ($p < 0,05$), відповідно. У хворих ХНХ на тлі НАЖХП і стабільної ІХС рівень ЛПНГ в 2,1 рази перевищив показник в контролі ($p < 0,05$), в 1,7 разів порівняно з пацієнтами з ізольованою патологією ($p < 0,05$) та в 1,3 рази порівняно з хворими Іна ХНХ в поєднанні з НАЖХП ($p < 0,05$) відповідно.

Величина ЛПДНГ у хворих І групи була вищою порівняно з показником в контролі в 1,2 рази ($p < 0,05$); у хворих ІІ групи – в 1,8 разів ($p < 0,05$) відповідно. У пацієнтів ІІІ групи рівень ЛПДНГ виявився достовірно підвищеним в 2,1 рази порівняно з контролем ($p < 0,05$), в 1,4 рази порівняно з хворими І групи ($p < 0,05$) та в 1,2 рази порівняно з хворими ІІ групи ($p < 0,05$).

Рівень гормону холецистокініну-панкреозиміну у сироватці хворих І групи склав (2,32±0,24) нг/мл, ІІ групи – (2,49±0,22) нг/мл, ІІІ групи – (2,43±0,19) нг/мл відповідно до показників в контролі (5,46±0,17) нг/мл ($p < 0,05$).

Під час проведення багатомоментного фракційного дуоденального зондування у 88,3% пацієнтів з ХНХ спостерігали уривчасте виділення міхурової жовчі, у 65% пацієнтів з поєднанням ХНХ і НАЖХП та стабільної ІХС міхурова жовч надходила у пробірки у вигляді домішок до печінкової.

Як видно з табл.2, у пацієнтів з ХНХ без НАЖХП спостерігали подовження II та III фаз БФДЗ, що свідчить про гіпертонію сфінктера Одді. Кількість виділеної за час I фази була на 12,4% меншою, а за час III фази – на 25,8% більшою у порівнянні з контрольною групою ($p < 0,05$). Тривалість міхурової фази була дещо подовженою і склала ($55,25 \pm 2,45$) хв, що в 2,1 рази більше, аніж у контрольній групі ($p < 0,05$). Кількість виділеної жовчі у цій фазі була в 2,2 рази більшою, аніж у здорових осіб ($p < 0,05$) і становила ($82,15 \pm 2,48$) мл. Показники фази «С»-жовчі суттєво не відрізнялися від таких же показників у контрольній групі.

Таблиця 2. Показники багатофазового дуоденального зондування у хворих із хронічним некаменевим холециститом на тлі неалкогольної жирової хвороби печінки і стабільної ішемічної хвороби серця

Показники	Здорові (n=20)		Хворі з ХНХ без НАЖХП, I група (n=20)		Хворі з ХНХ+ НАЖХП, II група (n=20)		Хворі з ХНХ+ НАЖХП і стабільною ІХС, III група (n=20)	
	t	v	t	v	t	v	t	v
I	$15,75 \pm 0,51$	$18,12 \pm 0,48$	$17,48 \pm 0,59^*$	$15,87 \pm 0,56^*$	$17,68 \pm 0,55^*$	$15,95 \pm 0,49^*$	$17,67 \pm 0,51^*$	$16,03 \pm 0,53^*$
II	$5,23 \pm 0,29$	-	$7,56 \pm 0,45^*$	-	$8,16 \pm 0,51^{*o}$	-	$9,13 \pm 0,59^*$	-
III	$4,37 \pm 0,22$	$4,02 \pm 0,15$	$7,64 \pm 0,36^*$	$5,06 \pm 0,32^*$	$8,47 \pm 0,17^{*o}$	$4,85 \pm 0,23^*$	$8,99 \pm 0,19^{*o''}$	$4,71 \pm 0,25^*$
IV	$24,85 \pm 0,91$	$38,15 \pm 1,57$	$55,25 \pm 2,45^*$	$82,15 \pm 2,48^*$	$71,15 \pm 2,33^{*o}$	$92,05 \pm 3,02^{*o}$	$75,55 \pm 1,96^{*o''}$	$96,25 \pm 2,18^{*o}$
V	$15,35 \pm 0,66$	$20,35 \pm 0,76$	$20,55 \pm 0,76^*$	$25,80 \pm 1,76^*$	$36,75 \pm 2,05^{*o}$	$30,90 \pm 1,45^{*o}$	$38,55 \pm 1,77^{*o''}$	$32,50 \pm 1,87^{*''}$

Примітки: *: вірогідність різниці порівняно з контрольною групою ($p < 0,05$); °: вірогідність різниці порівняно з хворими з ХНХ без НАЖХП ($p < 0,05$); ": вірогідність різниці порівняно з хворими з ХНХ з НАЖХП ($p < 0,05$).

У пацієнтів з поєднанням ХНХ і НАЖХП спостерігали подовження II та III фаз БФДЗ, не визначалося достовірної різниці в кількості виділеної жовчі впродовж I і III фаз в порівнянні з пацієнтами I групи. У пацієнтів з ХНХ на тлі НАЖХП і стабільної ІХС тривалість III фази була в 2,1 рази більша, ніж у контролі ($p < 0,05$), в 1,2 рази більша в порівнянні з пацієнтами I групи ($p < 0,05$) та в 1,1 раз – в порівнянні з хворими II групи ($p < 0,05$). Тривалість міхурової фази була значно подовженою і склала ($71,15 \pm 2,33$) хв ($p < 0,05$) у пацієнтів з ХНХ і НАЖХП, що було в 2,9 разів більше, ніж серед контролю ($p < 0,05$) та в 1,3 рази більше, ніж у пацієнтів I групи. У хворих з ХНХ на тлі НАЖХП і стабільної ІХС цей показник був 3,0 рази більшим у порівнянні з групою контролю ($p < 0,05$), на 26,8% більшим, ніж у пацієнтів I групи ($p < 0,05$) та на 5,8% більше в порівнянні з пацієнтами II групи ($p < 0,05$). Кількість виділеної впродовж IV фази жовчі була збільшеною до ($92,05 \pm 3,02$) мл ($p < 0,05$) у пацієнтів з ХНХ та НАЖХП, що було в 2,4 рази більше, ніж у контролі ($p < 0,05$) та на 10,8% більше, ніж у пацієнтів I групи ($p < 0,05$). У пацієнтів з ХНХ на тлі НАЖХП і стабільної ІХС цей показник був в 2,5 рази більшим, ніж у групі контролю ($p < 0,05$), на 14,6% більше, ніж у пацієнтів I групи ($p < 0,05$) та не мав достовірної різниці в порівнянні з пацієнтами II групи.

У пацієнтів цих групи спостерігалось запізнiле видiлення печiнкової жовчi, загальна тривалiсть фаз «С»-жовчi склала ($36,75 \pm 2,05$) хв ($p < 0,05$) при поєднаннi основного захворювання з НАЖХП та ($38,55 \pm 1,77$) хв ($p < 0,05$) при ХНХ на тлi НАЖХП та стабiльної IХС, що було бiльше, нiж у групi контролю 2,4 та 2,5 разiв вiдповiдно.

Результати ультразвукографiчного дослiдження жовчового мiхура та жовчовивiдних шляхiв (табл.3) свiдчать про достовiрне збiльшення поздовжнього та поперечного розмiрiв ЖМ у всiх групах дослiдження у порiвняннi з контролем ($p < 0,05$). Площа максимального зрiзу ЖМ у пацiєнтiв I групи на 16,6% перевищила рiвень цього показника в контролi ($p < 0,05$). У хворих II групи цей показник був на 28,9% вищим, аниж у контрольнiй групi ($p < 0,05$) та на 10,5% – нiж у I групi ($p < 0,05$). У пацiєнтiв III групи площа максимального зрiзу ЖМ на 39,2% перевищила рiвень контролю ($p < 0,05$), на 19,4% була вищою, нiж у хворих I групи ($p < 0,05$) та на 8,0% вищою порiвняно з пацiєнтами II групи.

Таблиця 3. Деякі кількісні характеристики, отримані під час проведення ультрасонографічного дослідження жовчового міхура та жовчовивідних шляхів, у хворих із хронічним некаменевим холециститом на тлі неалкогольної жирової хвороби печінки і стабільної ішемічної хвороби серця

Показники	Здорові (n=20)	Хворі з ХНХ без НАЖХП (n=20)	Хворі з ХНХ+ НАЖХП (n=20)	Хворі з ХНХ+ НАЖХП і стабільною ІХС (n=20)
Поздовжній розмір ЖМ, мм	78,15±2,51	96,75±1,22*	97,75±1,60*°	100,85±1,53*°
Поперечний розмір ЖМ, мм	23,75±0,96	33,65±0,77*	38,30±0,67*°	41,05±0,47*°"
Площа максимального зрізу ЖМ по довжині, см ²	16,54±0,20	19,29±0,62*	21,32±0,70*°	23,03±0,43*°"
Об'єм ЖМ, см ³	37,57±3,88	86,57±3,94*	111,17±2,94*°	131,56±2,06*°"
Товщина стінки ЖМ, мм	2,12±0,11	7,34±0,59*	9,93±0,56*°	11,61±0,58*°"
Діаметр загальної жовчної протоки, мм	5,59±0,31	11,29±0,33*	9,26±0,34*°	9,88±0,45*°

Примітки: *: вірогідність різниці порівняно з контрольною групою ($p < 0,05$); °: вірогідність різниці порівняно з хворими з ХНХ без НАЖХП ($p < 0,05$); ": вірогідність різниці порівняно з хворими з ХНХ з НАЖХП ($p < 0,05$).

Об'єм ЖМ у хворих з ізольованим ХНХ в 2,3 рази перевищив показник в контролі ($p < 0,05$). У хворих з ХНХ в поєднанні з НАЖХП цей показник перевищив величину у здорових осіб в 2,9 разів ($p < 0,05$) та був в 1,3 рази вищим порівняно з хворими на ХНХ без НАЖХП ($p < 0,05$). У хворих на ХНХ на тлі НАЖХП і стабільної ІХС об'єм ЖМ в 3,5 рази перевищив цей показник в контролі ($p < 0,05$), в 1,5 рази порівняно з пацієнтами з ізольованим ХНХ ($p < 0,05$) та в 1,2 рази порівняно з хворими на ХНХ в поєднанні з НАЖХП ($p < 0,05$).

Встановлено достовірне збільшення товщини стінки ЖМ у всіх групах дослідження. Зокрема, величина цього показника у хворих I групи була вищою порівняно з показником в контролі в 3,5 рази ($p < 0,05$); у хворих II групи – в 4,7 разів ($p < 0,05$) відповідно. У пацієнтів III групи товщина стінки ЖМ виявився достовірно більшою в 5,5 разів порівняно з контролем ($p < 0,05$), в 1,5 рази порівняно з хворими I групи ($p < 0,05$) та в 1,2 рази порівняно з хворими II групи ($p < 0,05$), що свідчить про значне ураження стінки ЖМ при поєднаній патології.

Діаметр загальної жовчної протоки у хворих I групи в 2 рази перевищив показник в контролі ($p < 0,05$). У хворих II групи цей показник перевищував величину в здорових осіб в 1,7 рази ($p < 0,05$), однак був в 1,2 рази нижчим порівняно з хворими I групи ($p < 0,05$). У хворих III групи в 1,7 рази перевищив показник в контролі ($p < 0,05$), але достовірної різниці між значеннями цього показника у пацієнтів II та III груп не відзначалося.

Виявлено прямі кореляційні зв'язки між рівнями холецистокініну-панкреозиміну і тривалістю II фази БФДЗ ($r = -0,68$, $p < 0,05$ - I група, $r = -0,71$, $p < 0,05$ - II група, $r = -0,72$, $p < 0,05$ - III група), тривалістю IV фази БФДЗ ($r = -0,72$, $p < 0,05$ - I група, $r = -0,69$, $p < 0,05$ - II група, $r = -0,73$, $p < 0,05$ - III група), об'ємом ЖМ ($r = -0,61$, $p < 0,05$ - I група, $r = -0,64$, $p < 0,05$ - II група, $r = -0,63$, $p < 0,05$ - III група). Кореляційний аналіз також виявив прямі взаємозв'язки між рівнем ТГ і кількістю жовчі порції В ($r = 0,68$, $p < 0,05$ - II група, $r = 0,71$, $p < 0,05$ - III група), рівнем ЗХ та товщиною стінки ЖМ ($r = 0,73$, $p < 0,05$ - II група, $r = 0,69$, $p < 0,05$ - III група).

Висновки. Поєднання ХНХ з НАЖХП і стабільною ІХС проявляється значним порушенням ліпідного обміну, дисліпідемією, зростанням холестеролу проатерогенних фракцій ліпопротеїнів та дефіциту ліпопротеїдів високої густини.

Зниження рівня холецистокініну-панкреозиміну у пацієнтів з ХНХ призводить до зниження скоротливої здатності ЖМ та підвищення тону сфінктера Одді. Однак, при поєднанні ХНХ з НАЖХП та стабільною ІХС додатковим механізмом у порушенні роботи ЖМ є вплив порушення ліпідного обміну. Зростання рівня триацилгліцеролів та загального холестерину призводить до підвищення надходження ліпідів у стінку ЖМ, що проявляється її потовщенням та гіпотонією самого міхура.

ЛІТЕРАТУРА

1. Afamefunu, S. (2013), "Gallbladder disease: pathophysiology, diagnosis, and treatment", *US Pharm.*, 38(3), 33-41.
2. Jeong S. U., Lee S. K., Lee B. U. [et al.] (2016), "Clinical Significanses of Chronic Cholecystitis according to Gallbladder Contraction", *Korean Journal of Pancreas and Biliary Tract*, 21, 191-198.
3. Чумак А. (2013), "Клінічне значення неалкогольної жирової хвороби печінки (огляд літератури)", *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*, 18, 277-288.
4. Горбатюк І. (2012), "Клінічна та морфологічна характеристика хронічного холециститу та холестерозу жовчного міхура у хворих на ішемічну хворобу серця та ожиріння", *Український медичний альманах*, 15(2), 39-42.
5. Ніколенко Є. (2012), "Можливості діагностики порушень біліарної системи на догоспітальному етапі", *Гастроентерологія: міжвідомчий зб.*, 46, 253-263.
6. Русин В. (2015), "Роль холецистокініну у формуванні ускладнень у хворих після холецистектомії", *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія : Медицина*, 1, 168-172.
7. Ягмур С. (2010), "Скорочувальна функція жовчного міхура – причини порушення та можливості їх діагностики", *Гастроентерологія: міжвідомчий зб.*, 44, 420-428.
8. Журавльова Л. (2013), "Дисхолія у хворих на цукровий діабет 2-го типу з ожирінням та без нього", *Сучасна гастроентерологія*, 1, 47-54.
9. Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 271 від 13.06.05 «Про затвердження протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю «Гастроентерологія»»
10. Хобзей М.К. Уніфікований клінічний протокол «Неалкогольний стеатогепатит» [Електронний ресурс] / М.К. Хобзей, Н.В. Харченко, О.М. Ліщишина // Наказ МОЗ України від 06.11.2014 р. №826. – Режим доступу: http://moz.gov.ua/docfiles/dn_20141106_0826_dod_ukr_nsg.pdf.
11. Адаптована клінічна настанова, заснована на доказах «Неалкогольна жирова хвороба печінки» [Електронний ресурс] / Н.В. Харченко, О.М. Ліщишина, Г.А. Анохіна. – 2014. – Режим доступу: http://www.moz.gov.ua/docfiles/dod_akn_dn_20140616_2.pdf.
12. EASL–EASD–EASO Clinical Practice Guidelines for the management of non-alcoholic fatty liver disease / European Association for the Study of the Liver (EASL), European Association for the Study of Diabetes (EASD), European Association for the Study of Obesity (EASO) // *J Hepatol.* – 2016. – Vol. 64(6). – p. 1388–1402.
13. Кравченко В.В. Уніфікований клінічний протокол «Стабільна ішемічна хвороба серця» [Електронний ресурс] / В.В. Кравченко, М.Ю. Соколов, Т.В. Талаєва // Наказ МОЗ України від 02.03.2016 р. №152. – Режим доступу: http://www.moz.gov.ua/docfiles/dn_20150716_1dod.pdf.

ПРЕГРАВІДАРНА ПІДГОТОВКА ЖІНОК З КОРЕКЦІЄЮ ВУГЛЕВОДНОГО ОБМІНУ ПЕРЕД ПОВТОРНИМИ ЦИКЛАМИ ДРТ З ВИРАЖЕНОЮ НЕДОСТАТНІСТЮ ЕНДОМЕТРІЮ

Професор, доцент **Камінський Анатолій Вячеславович**, Національний університет охорони здоров'я України П.Л. Шупика, Клініка репродуктивних технологій УДІР Національного медичного університету охорони здоров'я України П.Л. Шупика, Київ, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5369-5817>

к. мед.н. **Сербенюк Анастасія Валеріївна**, Національний університет охорони здоров'я України П.Л. Шупика, Клініка репродуктивних технологій УДІР Національного медичного університету охорони здоров'я України П.Л. Шупика, Київський міський центр репродуктивної та перинатальної медицини, Київ, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7212-2678>

Цісарж Олена Олександрівна, Національний університет охорони здоров'я України П.Л. Шупика, Київ, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7907-3442>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30052021/7589

ARTICLE INFO

Received: 10 April 2021

Accepted: 13 May 2021

Published: 30 May 2021

KEYWORDS

Infertility, methods of assisted reproductive technologies, receptivity of the endometrium, disorders of carbohydrate metabolism, elimination diet.

ABSTRACT

According to statistics, every fifth married couple has problems with pregnancy. It is known that among all the factors of infertility, the first place is occupied by the tubal-peritoneal factor, and the most common cause of non-pregnancy is a violation of the receptive ability of the endometrium. In the study of the endometrium in patients with unsuccessful attempts at assisted reproductive technologies and severe endometrial insufficiency, there are changes in receptivity, impaired development of foaming, decreased expression of implantation molecules. The development of new methods for correcting the receptive function of the endometrium remains an important step. It should be noted that currently there are no standardized approaches to pre-pregnancy preparation of endometrial receptivity with pronounced signs of lag. Also today, special attention is paid to the impact of carbohydrate metabolism disorders on women's reproductive health.

Based on the analysis of literature data and the results of their own retrospective observations, the team of authors identified the role of disorders of carbohydrate metabolism and autoimmunization with food allergens in the violation of endometrial receptivity. It is noted that severe endometrial insufficiency is significantly correlated with an increase in the number of women with disorders of carbohydrate metabolism.

The initial algorithm of preliminary preparation of the endometrium of normal immune systems and carbohydrate conversion of heirs in accordance with the mode of processing and analysis is developed and offered. Created, adherence to the elimination diet increases the receptivity of the endometrium with a collection of women according to standard schemes. The proposed training algorithm also improves the overall health of patients, reduces metabolic manifestations.

The results of the studies indicate the need for a differentiated approach to the correction of endometrial receptivity and pre-pregnancy preparation of the endometrium before subsequent cycles of ART.

Citation: A. V. Kaminskiy, A. V. Serbeniuk, O. O. Tsisarzh. (2021) Pre-Pregnancy Training of Women with Correction of Carbohydrate Metabolism Before Repeated Cycles of Art with Severe Endometrial Insufficiency. *World Science*. 5(66). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30052021/7589

Copyright: © 2021 A. V. Kaminskiy, A. V. Serbeniuk, O. O. Tsisarzh. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Демографічна ситуація в Україні продовжує залишатися невтішною, рівень народжуваності за останніми даними критично низький, при цьому кожна п'ята подружня пара

має проблеми з настанням вагітності. На теперішній час ми маємо дійсно революційні відкриття та багато досягнень у галузі репродуктивної медицини, також відбувається безперервне її удосконалення, але на жаль результативність програми запліднення *in vitro* залишається у межах 35-40% [2]. Вивчення властивостей ендометрію в циклах допоміжних репродуктивних технологій (ДРТ) процес надзвичайно складний. Розробка нових методів корекції рецептивної функції ендометрію є одним із найбільш важливих етапів у процесі імплантації ембріона, а він все ще залишається недостатньо вивченим. У статті представлено аналіз даних літератури та результати власних ретроспективних досліджень корекції рецептивності ендометрію у жінок з трубно-перитонеальним безпліддям та вираженим відставанням ендометрію після невдалих спроб допоміжних репродуктивних технологій [6]. Відомо, що серед усіх факторів безпліддя перше місце займає трубно-перитонеальний фактор, а найбільш поширеною причиною ненастання вагітності є порушення рецептивної здатності ендометрію [1]. Важливим фактором позитивної програми ДРТ є готовність ендометрію до імплантації ембріону. Успішність імплантації залежить від синхронізації процесів, рецептивності ендометрію та якості ембріона. Існуючі на сьогодні літературні дані щодо комплексу взаємодій між організмом матері та ембріоном, вказують на те, що саме недостатність ендометрію відповідає за більшу частину усіх невдач імплантації у порівнянні із ембріональним чинником.

Слід відмітити, що поряд із досягненнями певних успіхів у модифікації методів оцінки та покращення якості ембріонів на даний час відсутні стандартизовані підходи щодо прегравідарної підготовки рецептивності ендометрію з вираженими ознаками відставання перед наступними циклами допоміжних репродуктивних технологій [7].

Також сьогодні акцентують увагу на вплив порушень вуглеводного обміну та метаболічного синдрому на репродуктивне здоров'я жінок. Порушення вуглеводного обміну найчастіше обумовлене надмірним вживанням певних груп продуктів, таких як солодощі, хлібопекарські вироби, рафіновані продукти, молочні продукти з підвищеним вмістом цукру, тощо.[4]. Надмірне вживання даних продуктів негативно впливає на вуглеводний обмін, викликаючи інсулінорезистентність, цукровий діабет, порушення у роботі підшлункової залози. Нераціональне і надмірне насичення вуглеводами завжди поєднуються із хронічним перебуванням у стані стресу, порушеннями у роботі імунної системи, дисгормональними порушеннями репродуктивної системи.

Відмічається, що виражена недостатність ендометрію значною мірою корелює із збільшенням числа жінок із порушеннями вуглеводного обміну. Метаболічні розлади розвиваються внаслідок надмірного вживання певних груп продуктів, таких як солодощі, борошняні вироби, молочні продукти з підвищеним вмістом цукру, рафіновані продукти. Надмірне споживання цих продуктів негативно впливає на вуглеводний обмін, викликаючи інсулінорезистентність, цукровий діабет, дисбіоз кишківника, ферментативну недостатність підшлункової залози. Нераціональне вживання вуглеводних продуктів поєднується із хронічним перебуванням у стані стресу, що призводить до порушень у роботі імунної системи, виснаженням ферментативних та детоксикаційних систем організму, а це в свою чергу призводить до дисгормональних порушень репродуктивної системи, порушеннями рецептивності.

Виявлено роль порушень вуглеводного обміну та аутоімунізації харчовими алергенами у порушенні рецептивності ендометрію. Розроблено та запропоновано алгоритм підготовки ендометрію з застосуванням елімінаційної дієти для корекції вуглеводного обміну.

Слід відмітити, що поряд із досягненнями певних успіхів у модифікації методів оцінки та покращення якості ембріонів на сьогодні відсутні стандартизовані підходи щодо прегравідарної підготовки ендометрію з вираженими ознаками відставання перед наступними циклами допоміжних репродуктивних технологій.

Матеріали та методи. Дослідження проводили на кафедрі акушерства, гінекології та репродуктології та у відділенні планування сім'ї та ДРТ з кабінетом ендокринної гінекології та денним стаціонаром Клініки репродуктивних технологій Українського державного інституту репродуктології Національної медичної академії післядипломної освіти імені П.Л. Шупика. Для досягнення поставленої мети було проведено комплексне клінічне, інструментальне, та лабораторне обстеження 120 пацієнток з невдалими циклами допоміжних репродуктивних технологій та вираженою недостатністю ендометрію.

Критеріями включення пацієнток були:

- Репродуктивний вік від 20 до 40 років;
- Негативні спроби ДРТ в анамнезі;
- Виражена недостатність ендометрію (4 мм та менше);
- Відсутність ендометріозу, патології тіла матки;
- Відсутність гіперпролактинемії, та інших ендокринних порушень;
- Наявність порушень вуглеводного обміну (підвищений інсулін та індекс НОМА, підвищений рівень фруктозаміну, надлишкова маса тіла, об'єм талії більше 80 см).

Критеріями виключення:

- Добровільна відмова від участі у дослідженні;
- Вік до 20 та понад 40 років;
- Соматичні патології, що представляють загрозу перебігу вагітності, пологів, життю матері та плода;
- Тяжкі психологічні розлади, за яких не рекомендуються вагітність.

Початкове комплексне клінічне обстеження усіх пацієнток, проводилося відповідно до алгоритмів обстеження хворих з безплідністю (Наказ № 582 від 15.12.2003 р. «Про затвердження клінічних протоколів з акушерської та гінекологічної допомоги», розділ «Тактика ведення жінок з безпліддям») та інструкції застосування ДРТ (Наказ № 787 від 09.09.2013 р. «Про затвердження порядку застосування допоміжних репродуктивних технологій в Україні»). Обстеження включало в себе: збір анамнезу, проведення первинного огляду, гінекологічне обстеження, УЗД дослідження органів малого таза, лабораторне обстеження вуглеводного обміну, імуногістохімічна оцінка рецептивності ендометрію, а також консультацій суміжних спеціалістів.

Усіх пацієнток було розподілено на 2 групи:

- до 1-ї групи увійшли 60 пацієнток у яких наступний цикл ДРТ буде проводитися з корекцією рецептивності ендометрію та застосуванням елімінаційної дієти;
- до 2-ї групи увійшли 60 жінок у яких наступний цикл ДРТ буде проводитися за загальноприйнятими принципами.

Удосконалена нами прегравідарна підготовка перед наступними спробами допоміжних репродуктивних технологій визначалася станом рецептивності ендометрію.

Першій групі проводилася прегравідарна підготовкою з дотримувалася індивідуальної елімінаційної дієти із виключенням продукту-дезраптору та загальними рекомендаціями щодо кратності харчування, поєднання продуктів та розміру порцій. Також було внесено обов'язкові зміни щодо способу життя пацієнток: кількість випитої за добу рідини (40-50 мл на кг маси тіла в залежності від ІМТ), чіткі інтервали між прийомами їжі 4-5 годин, кратність та час прийомів їжі, відмова від алкоголю. Пацієнтки знаходились на елімінаційній дієті із виключенням продукту-дезраптору протягом 3-х місяців під контролем дослідника, після чого по даним опитування, анкетування, лабораторного та інструментального обстеження було оцінено стан ендометрію.

У другій групі жінок наступний цикл ДРТ проводився за загальноприйнятими принципами.

Одержані результати обробляли на ЕОМ типу IBM PC із застосуванням пакету програм Statistica 6.0 та Біостат і методів аналітичної статистики:

- за допомогою вибіркового методу оцінювали параметри генеральної сукупності за даними вибірки;
- за допомогою статистичних критеріїв визначали правомочність висунутих гіпотез;
- t-критерій застосовували для порівняння середніх значень незалежних вибірок та зв'язаних вибірок;
- χ^2 -критерій – для аналізу спряження ознак, порівняння частот подій;
- кореляційний аналіз – для вивчення стохастичної залежності між показниками.

Результати дослідження та їх обговорення:

За результатами проведених досліджень встановлено, що під час аналізу ефективності прегравідарної корекції ендометрію з вираженими ознаками відставання (<4 мм) та корекцією вуглеводного обміну (застосування елімінаційної дієти) на 25,0% підвищуються показники рецептивності ендометрію у порівнянні з веденням наступних циклів за загальноприйнятими принципами без прегравідарної підготовки – 10%. Також було проведено ультрасонографію органів малого таза і відмічено збільшення товщини ендометрію (до 8 мм) у групі, що

проводилася прегравідарна підготовка. Також за результатами анкетування було відмічено: покращення якості життя (зменшення втоми, стресу, покращення настрою, сну), зменшення маси тіла, нормалізацію показників вуглеводного обміну (зниження індексу НОМА, зниження рівня фруктозаміну).

Висновки. Дотримання елімінаційної дієти в комплексі прегравідарної підготовки на 25,0% підвищує показники рецептивності ендометрію у порівнянні з веденням жінок за стандартними схемами. Запропонований алгоритм підготовки також суттєво покращує загальні показники здоров'я пацієнок, знижує метаболічні прояви та абдомінальне ожиріння. Результати проведених досліджень свідчать про необхідність диференційованого підходу до корекції рецептивності ендометрію та прегравідарної підготовки ендометрію перед наступними циклами ДРТ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гюльмамедова І.Д. сучасні погляди на діагностику та корекцію імплантаційної рецептивності ендометрію (огляд літератури), І. Д. Гюльмамедова, О. С. Доценко, І. В. Савченко, О. А. Гюльмамедова // Таврический медико-биологический вестник 2013, том 16, №2, ч. 2 (62).
2. Гарднер Д., Шобек Д. Базисна та клінічна ендокринологія. 2020. – Москва, «Біном» – С.17/38/256-278/412-430.
3. Лизикова Ю.А., Зіновкін Д.А. Клінічна характеристика пацієнок з безпліддям і імуностохімічна оцінка експресії Foxp3 і CD56 в ендометрії. Проблеми здоров'я і екології. 2019; 1:35-40.
4. Самойлова А.В. Рецепторний статус ендометрия у женщин с бесплодием / А.В. Самойлова, Е.В. Кострова, Л.А. Любовева // Репродуктивные технологии сегодня и завтра: материалы XVIII ежегодной международной конференции РАРЧ, Самара, 4–6 сентября, 2008 г. – Самара, 2008. – С. 52–53
5. Dallenbach-Hellweg G. 1984 “The endo-metrium of infertility. A review. Pathol Res Pract. 178(6):527–37.
6. Ford H. B. Recurrent pregnancy loss: etiology, diagnosis, and therapy / H. B. Ford, D. J. Schust // Rev Obstet. Gynecol. — 2009. — Vol. 2, N 2. — P. 76-83.
7. Kliman HJ, Frankfurter D.” Clinical approach to recurrent implantation failure: evidence-based evaluation of the endometrium.” /2019 American Society for Reproductive Medicine. Published by Elsevier Inc.
8. Kunicki M., Lukaszuk K., Woclawek Potocka I., Liss J., Kulwikowska P., Szczyptanska J. “Evaluation of granulocyte colony – stimulating factor effects on treatment-resistant thin endometrium in women undergoing in vitro fertilization.” Biomed Res Int (2914).
9. Macklon N. 2013, July. Laboratory: The embryo-endometrial interface – role in implantation / developmental success. The contribution of the endometrium University of Southampton, Academic Unit of Human Health and Development.
10. Revel A. “Defective endometrial receptivity” Fertilsteril (2012).

PHYSICAL EDUCATION AND SPORT

ПРОЯВ ПОКАЗНИКІВ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ У ЮНИХ ВАЖКОАТЛЕТІВ 10-12 РОКІВ

Бугайов Євгеній Володимирович, Харківська державна академія фізичної культури, Харків, Україна

Джым Віктор Юрійович, Харківська державна академія фізичної культури, Харків, Україна

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30052021/7590

ARTICLE INFO

Received: 13 April 2021

Accepted: 17 May 2021

Published: 30 May 2021

KEYWORDS

physical development, special physical preparedness, physical working capacity, relative values, adaptive capabilities.

ABSTRACT

Purpose: to reveal the level of physical development and special physical fitness of weightlifters 10-12 years. Materials and Methods: In this study, young men aged 10-12 took part in weight lifting sections at the Children's Sports School of Khartsyzsk Children's Sports School, as well as in the sport boarding school No. 2 in Kharkov. The experiment involved 48 youths engaged in weightlifting. Results: show that young weightlifters who were involved in 2 stages of pedagogical experiment, stage 1 (10 - 11 years), stage 2 (11 - 12 years) - data. The revealed differences in the intensity of the increase in the indices of physical development over a two-year period of observations reflect the unevenness and heterochronicity of the maturation of the children's organism. Even with such a relatively short period of time (two years), there is a marked difference in the intensity of the increase in the majority of the studied indicators of physical development. Conclusions: The material outlined in this publication shows that physical development, special physical fitness of modern boys aged 10-12, trained in DYUSS, according to most indicators correspond to the peers of the nineties. These facts indicate a slowing down of the processes of deceleration of the physical development of modern children. This is also evidenced by the dynamics of the indicators of special physical capacity. For the absolute values of the special physical capacity of the subjects, an increase is established for the entire biennium. However, the magnitude of the relative intensity of the increase in the absolute values of the special physical capacity at different stages of observation is different: the first year - 10,48%, the second - 0,86% ($p < 0,01$). In other words, for the first year of observation (age 10-11 years), the rates of special physical capacity increase significantly, and in the second year (age 11-12 years), practically do not change. On the contrary, for the relative values of the special physical capacity, the values decrease during the observation period. At the same time, the intensity of the decrease in the relative values of the special physical capacity for the first year is 0.96%, the second one is 7.87% ($p < 0.01$).

Citation: Bugaev E., Dzhyim V. (2021) The Level of Manifestation of Indicators of General Physical Fitness Among Young Weightlifters 10-12 Years Old. *World Science*. 5(66). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30052021/7590

Copyright: © 2021 Bugaev E., Dzhyim V. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Вступ. Важка атлетика є олімпійським і популярним видом спорту серед сучасної молоді (В. Платонов, 2004; Л.С. Дворкін, 2005; М.Т. Лук'янов, 1969; В.Г. Олешко, 2011) [1; 3; 8; 18]. Дана обставина привертає увагу фахівців до розробки та науково-методичного обґрунтування теорії і методики підготовки спортсменів різного віку і кваліфікації.

Згідно з дослідженнями, особливо важливим є етап початкової підготовки, тому що в цей період відбувається швидкий розвиток силових здібностей, становлення спортивної

майстерності, інтенсивне протікання процесів адаптації до специфічних умов занять важкою атлетикою. Проблемі тренування юних спортсменів на етапі початкової підготовки у важкій атлетиці приділяється певна увага, відбувається постійне вдосконалення методики підготовки юних спортсменів. Зокрема, за останні роки проведені наукові дослідження, присвячені різним аспектам даної проблеми (Ю.В. Верхошанский, 2013; Л.С. Дворкін, 2005; В.Г. Олешко, 2011) [2; 3; 18-19], видано два методичних посібники (Л.С. Дворкін, 2005; В.Г. Олешко, 2011) [3; 18]. Опубліковано велике число наукових статей, видаються програми для ДЮСШ. Все це свідчить про актуальність досліджуваного напрямку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналізуючи доступну науково-методичну літературу, присвячену підготовці спортсменів у важкій атлетиці, слід зазначити, що багато питань представлені досить широко.

Зокрема, розглядаються різні погляди про вік початку занять важкою атлетикою (Л.С. Дворкін, 2005; В.Г. Олешко, 2011) [3; 18], обсяг та зміст тренувальної роботи (Ю.В. Верхошанский, 2013; Б.І. Шейко, 2008) [2; 17], використання різноманітних тренувальних засобів (Л.С. Дворкін, 2005; Н.А. Лапутин, 1973; Ю.К. Гавердовский, 2007; А.В. Черняк, 1970; В.Ю. Джим, 2013) [3; 5; 6; 11; 12].

Зв'язок дослідження з науковими програмами, планами, темами. Наукове дослідження виконано за темою Зведеного плану науково-дослідної роботи у сфері фізичної культури і спорту на 2016 – 2020 рр. за темою: «Психосенсорна регуляція рухової діяльності спортсменів ситуаційних видів спорту» (номер 0116U008943).

Мета дослідження: виявити рівень загальної фізичної підготовленості у юних важкоатлетів 10-12 років, під впливом тренувального процесу.

Методи дослідження: Теоретичний метод та узагальнення літератури, педагогічне спостереження, педагогічний експеримент, метод математичної статистики.

Матеріали дослідження: В даному дослідженні брали участь юнаки 10-12 років які займаються в секціях важкою атлетикою в ДЮСШ ХТЗ, а також в спортивному інтернаті №2 міста Харкова. До експерименту було залучено 25 юнаки, які займаються в секції важкої атлетики, всі вони не мали розрядних звань

Результати дослідження та їх обговорення. Узагальнення науково-педагогічних матеріалів свідчить про те, що цілий ряд дослідників А.І. Кураченкова, Л.І. Стогової, Р.Е. Мотиланская, Ф.А. Йорданської вказали на сприятливу дію занять важкою атлетикою на розвиток м'язової сили в підлітковому і юнацькому віці. Їхні дослідження говорять про позитивний вплив занять важкою атлетикою на фізичний розвиток молодого організму і виховання фізичних якостей. На думку Я.П. Локо, найбільший темп приросту сили спостерігається у віці 10-12 років, силовій витривалості - 13- 14 років. Найчастіше хороші і відмінні річні темпи приросту м'язової сили, зазначає автор, спостерігалися у тих осіб, які мали середні або хороші вихідні результати в контрольних випробуваннях на прояв сили.

Відомо, що розвивати силу потрібно різними вправами або зовсім без обтяжень, або з обтяженнями вельми малої ваги. Визначаючи оптимальну вагу обтяжень для розвитку сили у школярів-спортсменів, мінізувати максимальні величини напружень при роботі з вагами в 10-12-річному віці (Ф.Г. Казарян). Оптимальним вагою обтяжень для спортсменів цього віку є 50-70% від їх власної ваги, при цьому кількість повторень становить 2-3, а серія - до 10 разів. Разом з тим, основними методами розвитку м'язової сили у юних спортсменів, по В.П. Пугачеві, Н.А. Фоміну, є: повторне виконання силових вправ з обтяженням близько граничної та граничної ваги (метод максимальних зусиль), повторне виконання статичного силового вправи, повторне виконання швидкісно-силових вправ (метод динамічного зусилля).

Доцільно звернути увагу на те, що для розвитку швидкісно-силових якостей у юних спортсменів доцільно використовувати такі фізичні вправи, структура яких близька по техніці виконання до змагальних вправ. При цьому важливо поєднувати розвиток швидкісно-силових якостей з удосконаленням техніки виконання вправ. Увага тренера повинна бути звернена на те, якою мірою юні спортсмени реалізують свої можливості. Підвищення рівня розвитку фізичних якостей при виконанні змагальних вправ пов'язане з тим, що в одних випадках на певних вікових етапах зростання фізичних якостей відбувається інтенсивно, а в інших - сповільнюється або навіть припиняється.

Хоча провідним якістю важкоатлетів і є м'язова сила, проте здатність розвивати максимальну силу і вміння виявляти її протягом короткого проміжку часу не пов'язані між собою. Можна володіти значною силою і в той же час не зуміти її реалізувати. Отже, важливо

вже з перших кроків в важкоатлетичному спорті розвивати швидкісно-силові здібності при підйомі штанги не тільки малих і середніх, але і великих ваг, тобто виробляти «вибухову» силу. За даними А.С. Медведєва, Л.С. Дворкіна, А.Н. Воробйова, Р.А. Романа, А.В. Черняка та ін., Тренування зі штангою вагою в 60-75% ефективно розвивають швидкісно-силові якості, 50-80% - швидкісні, а більше 95% - силові. У тренуванні важкоатлетів, як ні в якому іншому виді спорту, чітко простежується прояв різних м'язових напружень: динамічних, статичних і поступаються. Однак, на думку А.С. Медведєва, статичні напруги при їх виконанні без поєднання з іншими видами напружень не призводять до помітного приросту сили.

Необхідно зазначити те, що у всіх показниках загальної фізичної підготовленості за два роки досліджень отримані позитивні зміни у їх виконанні, результати наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Показники загальної фізичної підготовленості юних важкоатлетів 10-12 років ($n_1=n_2=n_3=25$)

№ п/п	Показники	10 років	11 років	12 років
		$\bar{X}_1 \pm m_1$	$\bar{X}_2 \pm m_2$	$\bar{X}_3 \pm m_3$
1.	Біг на 30 м, с	6,20±0,21	5,60±0,22	5,10±0,19
2.	Човниковий біг 3×10 м, с	8,50±0,22	7,90±0,21	7,30±0,23
3.	Стрибок у гору з місця, см	35,4±1,9	40,1±1,8	44,6±2,0
4.	Стрибок у довжину з місця, см	157,9±4,3	169,9±4,3	178,0±4,5
5.	Згинання і розгинання рук в упорі, лежачи на підлозі, к-ть разів	32,5±2,3	39,0±2,5	44,5±2,5
6.	Підтягування на перекладині, к-ть разів	8,6±1,2	10,6±0,9	12,1±1,0
7.	Присідання на кількість разів за 30 с	22,2±0,5	24,2±0,7	26,2±0,6

Так, за два роки тренувань достовірно покращились показники прояву швидкісних якостей, в тому числі і з проявом спритності. Покращення результатів тестувань проходило поступово. За перший і другий роки тренувань середньо-груповий результат подолання дистанції 30 м поліпшився на 0,6 с ($p>0,05$), в той час як за весь час проведення дослідження результат скоротився з 6,2 с до 5,1 с ($p<0,05$) (табл. 2).

Таблиця 2. Матриця вірогідності різниці результатів бігу 30 м у юних важкоатлетів 10-12 років ($n_1=n_2=n_3=25$)

Роки	10 років	11 років	12 років
10 років	-	$t=1,97$ $p>0,05$	$t=3,88$ $p<0,001$
11 років	-	-	$t=1,72$ $p>0,05$

Результати використання тесту з проявом спритності під час швидкісного пробігання дистанції 3 × 10 м також мають достовірне покращення лише після двох років тренувань ($t=3,77$; $p<0,01$) (табл.3) протягом яких скорочення часу на виконання цього тесту за перший і другий рік було однаковим ($t=1,97$ і 1,93).

Таблиця 3. Матриця вірогідності різниці результатів човникового бігу 3 × 10 м у юних важкоатлетів 10-12 років ($n_1=n_2=n_3=25$)

Роки	10 років	11 років	12 років
10 років	-	$t=1,97$ $p>0,05$	$t=3,77$ $p<0,01$
11 років	-	-	$t=1,93$ $p>0,05$

Аналогічну тенденцію мають і показники, які визначають швидкісно-силові якості.

Так, зміни результатів стрибку у довжину з місця здійснювались рівномірно, від року до року (табл. 4). Якщо на початку досліджень його результат складав 157,9 см, то в 11 років він досяг 169,9 см ($t=1,97$; $p>0,05$), а в 12 років 178,0 см ($t=1,30$; $p>0,05$). В загальні ж за два роки приріст результату склав 20,1 см ($t=3,23$; $p<0,01$).

Таблиця 4. Матриця вірогідності різниці результатів стрибка у довжину з місця у юних важкоатлетів 10-12 років ($n_1=n_2=n_3=25$)

Роки	10 років	11 років	12 років
10 років	-	$t=1,97$ $p>0,05$	$t=3,23$ $p<0,01$
11 років	-	-	$t=1,30$ $p>0,05$

Інший тест пов'язаний з виконанням стрибку у угору з місця, є важливим для здійснення стрибкових вправ у важкій атлетиці. Його результати щорічно покращувались, але достовірні зміни, тобто його покращення отримано у віці 12 років ($t=3,33$; $p<0,01$) (табл. 5).

Таблиця 5. Матриця вірогідності різниці результатів стрибка у гору з місця у юних важкоатлетів 10-12 років ($n_1=n_2=n_3=25$)

Роки	10 років	11 років	12 років
10 років	-	$t=1,79$ $p>0,05$	$t=3,33$ $p<0,01$
11 років	-	-	$t=1,67$ $p>0,05$

Силові показники м'язів, що здійснюють згинання і розгинання рук в упорі лежачи на підлозі за перший рік не зазнали значних змін ($t=1,91$; $p>0,05$), не сталося їх і за другий рік занять ($t=1,56$; $p>0,05$), у той же час як за два роки тренувань цей показник покращився на 9,4 рази ($t=3,53$; $p<0,01$) виконання цієї вправи (табл. 6).

Таблиця 6. Матриця вірогідності різниці результатів згинання і розгинання рук в упорі, лежачи на підлозі у юних важкоатлетів 10-12 років ($n_1=n_2=n_3=25$)

Роки	10 років	11 років	12 років
10 років	-	$t=1,91$ $p>0,05$	$t=3,53$ $p<0,01$
11 років	-	-	$t=1,56$ $p>0,05$

Інша вправа силової спрямованості, підтягування на перекладині, більш складна за технікою виконання і тому за весь період тренування показник значно нижчі тому становили 3,5 рази ($t=2,24$; $p<0,05$), (табл. 7).

Таблиця 7. Матриця вірогідності різниці результатів підтягуванні на перекладині, к-ть разів у юних важкоатлетів 10-12 років ($n_1=n_2=n_3=25$)

Роки	10 років	11 років	12 років
10 років	-	$t=1,33$ $p>0,05$	$t=2,24$ $p<0,05$
11 років	-	-	$t=1,11$ $p>0,05$

Більш складною для виконання є вправа на витривалість, присідання на кількість разів за 30 с. Тому достовірних змін за перший та другий роки, (табл.8) нами не виявлено, лише за весь тренувальний період з 10 до 12 років була виявлена достовірність ($t=2,97$; $p<0,05$).

Таблиця 8. Матриця вірогідності різниці результатів присіданні на кількість разів за 30 с у юних важкоатлетів 10-12 років ($n_1=n_2=n_3=25$)

Роки	10 років	11 років	12 років
10 років	-	$t=1,56$ $p>0,05$	$t=2,97$ $p<0,01$
11 років	-	-	$t=1,66$ $p>0,05$

Таким чином, результати, які характеризують вікову динаміку показників загальної фізичної підготовленості юних важкоатлетів 10-12 років, свідчать про те, що найбільші темпи приросту по всім показникам спостерігається протягом двох років навчання. Однак достовірна різниця у більшості із них була виявлена між першим і другим роками навчання ($p<0,05$; $0,01$)

Висновки. Викладений в даній публікації матеріал, свідчать, що фізичний розвиток, загальна фізична підготовленість сучасних юнаків 10-12 років, що тренуються в ДЮСШ, за більшістю показників відповідають одноліткам дев'ятих років. Зазначені факти свідчать про уповільнення процесів децелерації фізичного розвитку сучасних дітей.

Про це ж свідчить і виявлена нами динаміка показників загальної фізичної працездатності. Для абсолютних значень загальної фізичної працездатності випробуваних, встановлено підвищення на протязі всього дворічного періоду. Однак величина відносної інтенсивності приросту абсолютних значень спеціальної фізичної працездатності на етапах спостережень різна: перший рік - 10,48%, другий - 0,86% ($p<0,01$). Іншими словами, за перший рік спостережень (вік 10-11 років) показники загальної фізичної працездатності значно зростають, а за другий рік (вік 11-12 років) практично не змінюються. Для відносних величин спеціальної фізичної працездатності, навпаки, встановлено зниження значень протягом періоду спостережень. При цьому інтенсивність зниження відносних величин загальної фізичної працездатності за перший рік - 0,96%, за другий - 7,87% ($p<0,01$).

Подальші дослідження: необхідно спрямувати на встановлення наявності та вивчення взаємозв'язку антропометричних особливостей юних важкоатлетів з розвитком їх загальних та спеціальних фізичних якостей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В. Н. Платонов. – Киев: Олимп. лит., 2004. – 808 с
2. Верхошанский Ю.В. Основы специальной силовой подготовки в спорте / Ю.В. Верхошанский. – М.: Советский спорт, 2013. – 215 с.
3. Дворкин Л.С. Тяжелая атлетика / Л.С. Дворкин. – М.: Советский спорт, 2005. – 600 с.
4. Ипполитов Н.С. Исследование прогностической значимости скоростно-силовых качеств у подростков при отборе для занятий тяжелой атлетикой: автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. пед. наук / Н.С. Ипполитов. – Л., 1975. – 24 с. 6.
5. Лапутин Н.А. Специальные упражнения тяжелоатлета / Н.А. Лапутин. – М.: Физкультура и спорт, 1973. – 136 с.
6. Гавердовский Ю. К. Обучение спортивным упражнениям. Биомеханика. Методология. Дидактика. / Гавердовский Ю. К. – М.: Физкультура и Спорт, 2007.- 912 с.
7. Евдокимов Б.С. Оценка уровня специальной подготовки физической подготовленности тяжелоатлета. Тяжелая атлетика / Б.С. Евдокимов. – М.: Физкультура и спорт, 1971, с. 118-123.
8. Лукьянов М.Т. Тяжелая атлетика для юношей / М.Т. Лукьянов, А.И. Фаламеев. – М.: Физкультура и спорт, 1969. – 240 с
9. Филин В.П. Проблема совершенствования двигательных (физических) качеств детей школьного возраста в процессе спортивной тренировки: автореф. дисс. на соискание уч. степени д-ра. пед. наук / В.П. Филин. – М., 1970. – 55 с.
10. Фарфель В.С. Двигательные качества штангистов. В кн.: Трибуна мастеров тяжелой атлетики / В.С. Фарфель - М.: Физкультура и спорт, 1963. - 230 с.
11. Джим В. Ю. Сравнительный анализ техники рывковых упражнений в тяжелой атлетике и гиревом спорте / В. Ю. Джим // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: за ред. С. С. Єрмакова. – Харків: ХДАДМ (XXIII), 2013. – №11. – С. 10–16.
12. Півень О.Б. Дослідження рівня спеціальної підготовки юних важкоатлетів в підготовчому періоді загально-підготовчому етапі з використанням різних методів швидкісно-силової підготовки / О. Б. Півень, В. Ю. Джим // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. - 2015. - № 9. - С. 51-56.

13. Ровний А.С. Формування системи сенсорного контролю точних рухів спортсменів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра наук з фіз. виховання і спорту: спец. 24.00.02. „Фізична культура, фізичне виховання різних груп населення” / А.С. Ровний. – Київ, 2001. – 40 с.
14. Методи швидкісно-силової підготовки важкоатлета: метод. рек. для студ. і слухачів факультету підвищення кваліфікації / скл. : З. С. Архангородський, В. Ф. Пилипко. – Х.: ХДІФК, 1998. – 24 с.
15. Медведев А.С. Система многолетней тренировки в тяжелой атлетике: Учеб. пособие для тренеров / А.С. Медведев. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 272 с
16. Шейко Б.И. Методика планирования для начинающих пауэрлифтеров / Б.И. Шейко // Мир силы. - 2008. - №4. - С.28-29.
17. Олешко В. Г. Підготовка спортсменів у силових видах спорту: навч. посіб. для вузів / В. Г. Олешко. – К. : ДІА, 2011. – 444 с
18. Cornelius A.E., Brewer B.W., Van Raalte J.L. Applications of multilevel modeling in sport injury rehabilitation research. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2007, vol.5(4), pp. 387 – 405. doi:10.1080/1612197X.2007.9671843.
19. Visek A.J., Watson J.C., Hurst J.R., Maxwell J.P., Harris B.S. Athletic identity and aggressiveness: A cross-cultural analysis of the athletic identity maintenance model. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2010, vol.8(2), pp. 99–116. doi:10.1080/1612 197X.2010.9671936.
20. Huijing P. A. Elastic Potential of Muscle – In: *Strength and Power in Sport*. – Blackwell Scientific Publications, 1992. – P. 151 – 168.
21. Komi P. V. Stretch-Shortening Cycle. – In: *Strength and Power in Sport*. – Blackwell Scientific Publications, 1992. – P. 169 – 179
22. Mont MA, Cohen DB, Campbell KR, et al. Isokinetic concentric versus eccentric training of shoulder rotators with functional. evaluation of performance enhancement in elite tennis players. *Am J Sports Med*. 1994; 22 (4): 513-7.
23. Moreno, SD, Brown, LE, Coburn, JW, et al. Effect of cluster sets on plyometric jump power. *J Strength Cond Res* 28 (9): 2424-2428, 2014.
24. Newham, D.J., T. McCarthy, and J. Turner. Voluntary activation of human quadriceps during and after isokinetic exercise. *J. Appl. Physiol*. 71: 2122-2126, 1991.
25. Nuzzo, JL, McCaulley, GO, Cormie, P, et al. Trunk muscle activity during stability ball and free weight exercises. *J Strength Cond Res* 22: 95-2, 2008.
26. Nyland J.A., Caborn D.N., Shapiro R., et al. Fatigue after eccentric quadriceps femoris work produces earlier gastrocnemius and delayed quadriceps femoris activation during crossover cutting among normal. athletic women. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc*. 5: 162-167, 1997.
27. Oliver, JM, Jagim, AR, Sanchez, AC, et al. Greater gains in strength and power with intraset rest intervals in hypertrophic training. *J Strength Cond Res* 27 (11): 3116-3131, 2013.
28. Organisation du sport et de l'éducation physique au Luxembourg // *L'Eps*. – 1988. – № 212. – P. 15-26.
29. Paddon-Jones, D., Abernethy, P. J. Acute adaptation to low volume eccentric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2001. 33 (7): 1213-1219.
30. Parviainen J. Finnish Deadlift Routine // *Powerlifting USA*. – 1991. – № 3. – P. 14.
31. Potach DH, Chu DA. Plyometric training. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Beachle TR and Earle RW, eds. Champaign, IL: Human Kinetics. – 2008. – P. 413-456.

WORLD SCIENCE

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws

№ 5(66)
May 2021

MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC EDITION

Indexed by:



RS Global

INDEX  COPERNICUS
I N T E R N A T I O N A L



Academia.edu
share research

 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU


scholar



**BIBLIOTEKA
NARODOWA**



CiteFactor
Academic Scientific Journals

Passed for printing 25.05.2021. Appearance 30.05.2021.

Typeface Times New Roman.

Circulation 300 copies.

RS Global Sp. z O.O., Warsaw, Poland, 2021

Numer KRS: 0000672864

REGON: 367026200

NIP: 5213776394

<https://rsglobal.pl/>