

p-ISSN 2308-5258

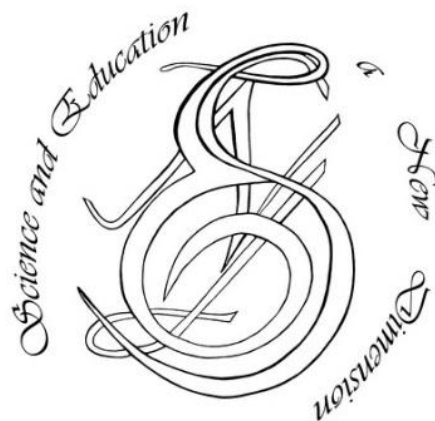
e-ISSN 2308-1996

Natural and Technical Sciences, VII(24), ISSUE 200, 2019 July.

SCIENCE AND EDUCATION A NEW DIMENSION

NATURAL
AND
TECHNICAL SCIENCES

TECHNICAL SCIENCES



www.seanewdim.com

p-ISSN 2308-5258

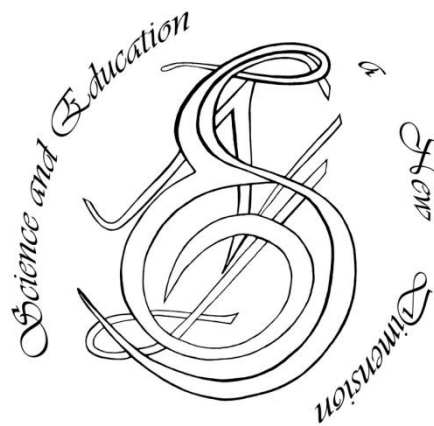
e-ISSN 2308-1996

VI(24), Issue 200, 2019 July.

SCIENCE AND EDUCATION A NEW DIMENSION

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-200VII24>

Natural and Technical Sciences



www.seanewdim.com

Editorial board

Editor-in-chief: Dr. Xénia Vámos

Honorary Senior Editor:

Jenő Barkáts, Dr. habil. Nina Tarasenkova, Dr. habil.

Andriy Myachykov, PhD in Psychology, Senior Lecturer, Department of Psychology, Faculty of Health and Life Sciences, Northumbria University, Northumberland Building, Newcastle upon Tyne, United Kingdom

Edvard Ayvazyan, Doctor of Science in Pedagogy, National Institute of Education, Yerevan, Armenia

Ferenc Ihász, PhD in Sport Science, Apáczai Csere János Faculty of the University of West Hungary

Ireneusz Pyrzyk, Doctor of Science in Pedagogy, Dean of Faculty of Pedagogical Sciences, University of Humanities and Economics in Wrocław, Poland

Irina Malova, Doctor of Science in Pedagogy, Head of Department of methodology of teaching mathematics and information technology, Bryansk State University named after Academician IG Petrovskii, Russia

Irina S. Shevchenko, Doctor of Science in Philology, Department of ESP and Translation, V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine
Department of Psychology, Faculty of Health and Life Sciences, Northumbria University, Northumberland Building, Newcastle upon Tyne, United Kingdom

Kosta Garow, PhD in Pedagogy, associated professor, Plovdiv University „Paisii Hilendarski”, Bulgaria

László Kótis, PhD in Physics, Research Centre for Natural Sciences, Hungary, Budapest

Larysa Klymanska, Doctor of Political Sciences, associated professor, Head of the Department of Sociology and Social Work, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Liudmyla Sokurianska, Doctor of Science in Sociology, Prof. habil., Head of Department of Sociology, V.N. Karazin Kharkiv National University

Marian Wloshinski, Doctor of Science in Pedagogy, Faculty of Pedagogical Sciences, University of Humanities and Economics in Wrocław, Poland

Melinda Nagy, PhD in Biology, associated professor, Department of Biology, J. Selye University in Komarno, Slovakia

Alexander Perekhrest, Doctor of Science in History, Prof. habil., Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Ukraine

Nikolai N. Boldyrev, Doctor of Science in Philology, Professor and Vice-Rector in Science, G.R. Derzhavin State University in Tambov, Russia

Oleksii Marchenko, Doctor of Science in Philosophy, Head of the Department of Philosophy and Religious Studies, Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Ukraine

Olga Sannikova, Doctor of Science in Psychology, professor, Head of the department of general and differential psychology, South Ukrainian National Pedagogical University named after K.D. Ushynsky, Odesa, Ukraine

Oleg Melnikov, Doctor of Science in Pedagogy, Belarusian State University, Belarus

Perekhrest Alexander, Doctor of Science in History, Prof. habil., Bohdan Khmelnytsky National University in Cherkasy, Ukraine

Riskeldy Turgunbayev, CSc in Physics and Mathematics, associated professor, head of the Department of Mathematical Analysis, Dean of the Faculty of Physics and Mathematics of the Tashkent State Pedagogical University, Uzbekistan

Roza Uteeva, Doctor of Science in Pedagogy, Head of the Department of Algebra and Geometry, Togliatti State University, Russia

Seda K. Gasparyan, Doctor of Science in Philology, Department of English Philology, Professor and Chair, Yerevan State University, Armenia

Sokuriaynska Liudmyla, Doctor of sociological science. Prof. Head of Department of Sociology. V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

Svitlana A. Zhabotynska, Doctor of Science in Philology, Department of English Philology of Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Ukraine

Tatyana Prokhorova, Doctor of Science in Pedagogy, Professor of Psychology, Department chair of pedagogics and subject technologies, Astrakhan state university, Russia

Tetiana Hranchak, Doctor of Science Social Communication, Head of department of political analysis of the Vernadsky National Library of Ukraine

Valentina Orlova, Doctor of Science in Economics, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine

Vasil Milloushev, Doctor of Science in Pedagogy, professor of Department of Mathematics and Informatics, Plovdiv University „Paisii Hilendarski”, Plovdiv, Bulgaria

Veselin Kostov Vasilev, Doctor of Psychology, Professor and Head of the department of Psychology Plovdiv University „Paisii Hilendarski”, Bulgaria

Vladimir I. Karasik, Doctor of Science in Philology, Department of English Philology, Professor and Chair, Volgograd State Pedagogical University, Russia

Volodimir Lizogub, Doctor of Science in Biology, Head of the department of anatomy and physiology of humans and animals, Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Ukraine

Zinaida A. Kharitonchik, Doctor of Science in Philology, Department of General Linguistics, Minsk State Linguistic University, Belarus

Zoltán Poór, CSc in Language Pedagogy, Head of Institute of Pedagogy, Apáczai Csere János Faculty of the University of West Hungary

Managing editor:

Barkáts N.

© EDITOR AND AUTHORS OF INDIVIDUAL ARTICLES

The journal is published by the support of Society for Cultural and Scientific Progress in Central and Eastern Europe

BUDAPEST, 2015

Statement:

By submitting a manuscript to this journal, each author explicitly confirms that the manuscript meets the highest ethical standards for authors and co-authors. Each author acknowledges that fabrication of data is an egregious departure from the expected norms of scientific conduct, as is the selective reporting of data with the intent to mislead or deceive, as well as the theft of data or research results from others. By acknowledging these facts, each author takes personal responsibility for the accuracy, credibility and authenticity of research results described in their manuscripts. All the articles are published in author's edition.

THE JOURNAL IS LISTED AND INDEXED IN:

INDEX COPERNICUS: ICV 2014: 70.95; ICV 2015: 80.87; ICV 2016: 73.35; ICV 2018: 90.25

GOOGLE SCHOLAR

CROSSREF (DOI prefix:10.31174)

ULRICHS WEB GLOBAL SERIALS DIRECTORY

UNION OF INTERNATIONAL ASSOCIATIONS YEARBOOK

SCRIBD

ACADEMIA.EDU

CONTENT

AGRICULTURE	7
Промислове садівництво Півдня України в рамках забезпечення продовольчої безпеки <i>I. В. Колокольчикова</i>	7
ARCHITECTURE	11
Formation of recreation cores in areas of multi-storey residential developments <i>O. Meshcheryakova</i>	11
Современные конструкции и технологии энергосбережения в жилом строительстве <i>Моради Пур Омид, С. В. Семка</i>	15
CHEMISTRY	19
Ідентифікація та кількісне визначення пестицидів у судово-медичній практиці <i>I. М. Пуховська, О. О. Цехоцький</i>	19
INFORMATION TECHNOLOGY	23
Information Technology for Analysing and Forecasting Time Series with Fractal Properties on the Basis of Linguistic Modelling <i>Y. A. Nedashkivskyi</i>	23
MATHEMATICS	27
Методика визначення ймовірності негласного отримання інформації потенційним порушником <i>О. А. Лантєв</i>	27
MEDICAL SCIENCES	31
Динаміка відновлення функції серцево-судинної системи у юнаків гірських районів Закарпатської області з різним соматотипом і складом маси тіла <i>О. А. Дуло, Н. М. Гема-Багіна</i>	31
Efficiency evaluation of approaches used for classification model creation of human body with ischemic heart disease <i>V. Iakymchuk, O. Nosovets</i>	35
POPULATION ECOLOGY	39
Порівняльний аналіз ефективності застосування апостеріорних тестів у когортному аналізі (на прикладі <i>D. melanogaster</i>) <i>С. С. Руденко, А. В. Том'юк, С. С. Костишин</i>	39
SPORTS	45
Вплив психофізіологічних властивостей на функціональний стан організму спортсменів-легкоатлетів <i>Ю. Л. Тонкопей, О. О. Скиба, А. В. Леоненко, С. В. Чередниченко</i>	45

TECHNICAL SCIENCES.....	49
Розрахунок опору різної форми ватерлінії та ватерлінії з встановленими виїмками на її поверхні методами обчислюваної гідродинаміки <i>Ю. М. Король, Ю. С. Боднарчук.....</i>	49
Application of improved PESTLE analysis of the environment of an organizational project in the field of aircraft maintenance <i>D. F. Cepeda Guaman.....</i>	53
Проектування об'єктів короткочасної рекреації на території Прикарпаття <i>О. В. Гера.....</i>	57
Застосування широкосмугових сигналів у телекомунікаційних мережах систем відеоспостереження об'єктів інформаційної діяльності <i>А. М. Котенко, А. М. Зідан, С. В. Бодров, В. В. Собчук.....</i>	61
Забезпечення відмовостійкості та надійності багатопроцесорних систем для зменшення ризику виникнення катастроф та аварій на виробництві <i>Л. О. Мітюк, Н. В. Чехуніна, О. В. Землянська, Н. А. Праховнік.....</i>	63
Визначення мінімально припустимої довжини рукава пожежного кран-комплекту <i>С. Щербак, О. Петухова, О. Тарасенко.....</i>	65
Моделювання розкриття у невагомості каркасу параболічної антени за допомогою чотириланкової стержневої конструкції <i>Л. Л. Запольський, С. М. Шевченко.....</i>	68

AGRICULTURE

Промислове садівництво Півдня України в рамках абезпечення продовольчої безпеки

I. В. Колокольчикова

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна
Corresponding author. E-mail: Kolokolchikovairina@gmail.com

Paper received 09.04.19; Accepted for publication 22.04.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-200VII24-01>

Анотація. У статті наведено результати дослідження рівня забезпечення продукцією садівництва населення України в рамках продовольчої безпеки. Розглянуто поняття «продовольча безпека» в її соціальному спрямуванні. Досліджено показники фонду споживання плодів, ягід і винограду в динаміці та виявлено тенденції змін. Проведено порівняльний аналіз норм споживання продукції галузі по природно – кліматичних зонах України. Розраховано показник достатності споживання фруктів у порівнянні з раціональними нормами. Встановлено причини недостатнього рівня споживання плодів в раціоні українців та подальші напрямки дій.

Ключові слова: продовольча безпека, промислове садівництво, норми споживання, фонд споживання продукції, рівень достатності споживання.

Вступ. Україна є аграрною державою, яка має величезний потенціал щодо забезпечення продуктами харчування населення в рамках продовольчої безпеки. Продовольча безпека є важливою передумовою державного суверенітету та економічної незалежності. Стратегія аграрної політики України поступово реалізує тактичні, оперативні та довгострокові цілі щодо забезпечення населення мінімально необхідним обсягом продовольства за рахунок власного виробництва та безпосередньої підтримки сільськогосподарського виробництва з боку держави.

Галузь промислового садівництва є джерелом забезпечення плодами, ягодами та виноградом. Природно – кліматичні умови та ресурсний потенціал дозволяють отримувати високі врожаї якісних фруктів з великим вмістом поживних речовин та вітамінів, тим самим збагачуючи раціон харчування українців. Південь України за його кліматичними та географічними характеристиками найбільш прийнятний до високопродуктивного виробництва плодів. Цей регіон має більш ніж в інших зонах площ багаторічні насадження кісточкових. Сучасні тенденції розвитку галузі садівництва, впровадження новітніх технологій вирощування багаторічних насаджень, виведення нових сортів, а також нові способи збереження, заморожування та переробки фруктів за останні десятиріччя значно покращили показники виробництва та реалізації. Однак, останні дослідження показують, що норми споживання цих продуктів в порівнянні з аналогічними показниками розвинутих країн світу дуже низькі. Тому перед промисловим садівництвом постають все нові та нові завдання щодо збільшення виробництва та реалізації продукції на внутрішньому ринку з метою забезпечення населення фруктами та збільшення показника достатності споживання.

Огляд публікацій по темі. Проблеми забезпечення населення продуктами харчування в рамках продовольчої безпеки постійно знаходяться у полі зору науковців. Цими питаннями займаються такі українські вчені, як П.Т.Саблук, О.І.Гойчук, І.Г.Ушачевич, Б.Й.Пасхавер, К.В.Береговий [2] Н.М.Котвицька [1], М.В.Місюк [9] та інші. Дослідженню розвитку ринку плодово – ягідної продукції присвячені праці О.М.Шестопаля, В.А.Рульєва, А.І.Сало, Н.С.Рудої, М.Ю.Гущина, В.В.Юрчишина, А.А.Рихтера та інші.

Серед вагомих праць останніх років слід відзначити праці Б.Й.Пасхавера «Сучасний стан продовольчої безпеки» та «Тенденції та проблеми національного продовольчого споживання», в яких він розглядає тенденції змін показників забезпечення основними видами продукції та порівнює їх з аналогічними показниками розвинутих країн [3,4]. Обґрунтуванню методичних підходів щодо формуванню та оцінки рівня продовольчої безпеки присвячені праці К.В.Берегового «Принципи формування продовольчої безпеки України» [2] та О.О.Зеленської, С.М.Зеленського, Н.О.Алештугіної «Методичні підходи до оцінки рівня продовольчої безпеки» [5].

Мета. Мета публікації полягає у дослідженні змін показників забезпечення населення плодово – ягідної продукцією у рамках загального фонду споживання, оцінки цих показників по областях зони Степу та Півдня України, проведення порівняльної оцінки з показниками мінімального та раціонального норм споживання; визначення вектору змін цих показників, окреслення напрямів дій, які призведуть до росту показників.

Матеріали та методи. Експерти Продовольчої і сільськогосподарської комісії Організації Об'єднаних націй розкривають зміст терміну продовольчої безпеки як забезпечення гарантованого доступу всіх мешканців у будь – який час до продовольства в кількості, необхідній для активного та здорового життя. Його складовими є: наявність, стабільність, доступність до їжі. За словами Н.М.Котвицької провідні країни світу розглядають продовольчу безпеку як важливу умову внутрішньої політичної та соціально-економічної стабільності країни і її зовнішньої незалежності. Продовольча безпека є одним із важливих аспектів економічної політики, яка спрямована на забезпечення стабільного виробництва основних продуктів харчування, доступності їх отримання та використання населенням відповідно до фізіологічних норм споживання за рахунок власного виробництва [1, с.18]. К.В.Береговий підкреслює посилення ролі держави у створенні умов підвищення потенціалу аграрної сфери, бо це є одним з пріоритетних напрямів розвитку національної економіки [2, с.109]. Б.Й.Пасхавер виділяє, що світова статистична практика пропонує два порогових критерії мінімального рівня продовольчої безпеки в середньому по країні. Достатність харчування визначається

ся його енергетичною цінністю. Доступність харчування вимірюється витратами на продовольчі потреби [3, с. 7].

Основними нормативними продуктами харчування на сьогодні є м'ясо і м'ясопродукти; молоко і молокопродукти; хліб і хлібопродукти; яйця, картопля, овочі й баштанні; плоди, ягоди, виноград [6]. З перелічених продуктів видно, що плодово – ягідна продукція є складовою раціону людини, тому що при її споживанні людина отримує багато вітамінів. Добова енергетична цінність раціону людини становить 2500 ккал, при цьому 55 відсотків добового раціону повинне забезпечуватися за рахунок споживання продуктів тваринного походження [7].

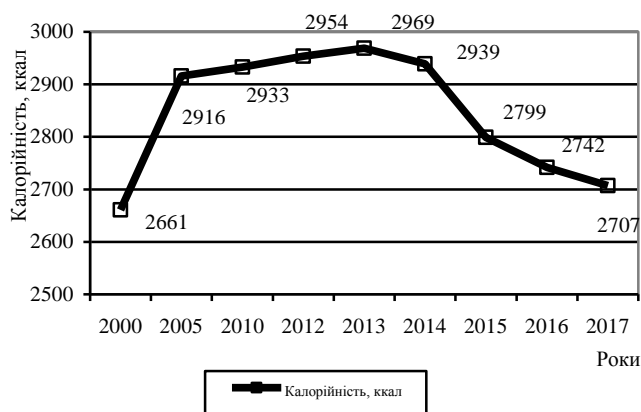


Рис. 1. Калорійність добового раціону українців за період з 2000 - 2017р.р.

Калорійність добового раціону українців протягом останніх 4 років значно знизилась. Якщо у 2013р. цей

показник становив 2969ккал/добу, то у 2017р. він знизився до відмітки 2707ккал/добу, а саме на 8,8% (рис. 1) [8].

Середня енергетична цінність продуктів добового раціону на людину в розвинутих країнах вища, ніж в Україні: у США цей показник дорівнює 3800ккал, у Канаді – 3590ккал, тоді як у Польщі – 3400ккал, Росії - 3054ккал, що зумовлено більш високим споживанням хлібобулочних продуктів і картоплі замість споживання інших складових продовольчого кошика - м'ясних і молочних продуктів [9, с.113 - 114].

Норми мінімального споживання фруктів для дітей, при цьому основне споживання повинно припадати на яблука, у віці від 6 до 18 років дорівнюють 30,4кг на рік на одну дитину. Загальні норми мінімального споживання фруктів, ягід для працездатного населення складає 60кг на рік на одну людину [10].

Баланс продовольчого забезпечення плодово – ягідною продукцією свідчить про наступне (табл.1). У звітному році вироблено 2458тис.т плодів, обсяг імпорتنних операцій – 819тис.т, і він перевищує аналогічний показник експорту - 291тис.т у 2,8 рази. Тобто Україна у 2017р. більше завозить фруктів, аніж відправляє на експорт. Значна частина імпорту – це екзотичні фрукти (банани та цитрусові) [8]. Фонд споживання плодів, ягід та винограду в динаміці за останні десятиріччя значно виріс. Так, якщо у 2000р. споживання становило 1439тис.т, а в розрахунку на 1 особу 29,3кг, то вже у 2017р. ці показники виросли до 2242тис.т та 52,8кг, тобто на 55,8% та 80,2%. Однак, незважаючи на це, показник споживання фруктів нижчий, ніж мінімальна потреба, і лише у 2013р. він досяг максимального рівня 56,3кг і практично приблизився до відмітки 60кг.

Таблиця 1. Баланс плодів, ягід і винограду (включаючи консервовану та сушену продукцію в перерахунку на свіжу)

	2000	2005	2010	2013	2014	2015	2016	2017	2017 до 2000,%
Виробництво, тис.т	1966	2133	2154	2871	2435	2539	2385	2458	125,0
Імпорт, тис.т	179	860	1130	1172	856	588	732	819	457,5
Експорт, тис.т	88	305	353	392	350	324	283	291	330,7
Фонд споживання, тис.т	1439	1750	2203	2560	2249	2179	2119	2242	155,8
у розрахунку на 1 особу, кг	29,3	37,1	48,0	56,3	52,3	50,9	49,7	52,8	180,2

У зв'язку з тим, що кожна природно - кліматична зона України має свої особливості розвитку галузі садівництва, свій асортимент продукції, доступність плодів та ягід за ціною, то і споживання буде різним. Зона Степу представлена 8 областями. Динаміка фонду споживання в розрахунку на одну особу з 2000р. по 2017р. в середньому виросла практично вдвічі. Станом на 2017р. по Україні фактичне споживання плодів, ягід та винограду становить 52,8кг за рік на одну особу, і в порівнянні з 2000р. ріст становив 80,2%. Найбільше цей показник в динаміці виріс по Запорізькій та Миколаївській областях, а саме в 2,7 рази. Але за розмірами найвищі показники зафіксовані у 2017р. по Дніпропетровській та Одеській області - 61,1кг та 57,6кг відповідно. Найменші показники споживання у Луганській та Донецькій областях – 38,2кг та 41,7кг [8].

Ця тенденція по областях Півдня України та зони Степу відображено графічно (рис.2). На графіку показано мінімальна норма споживання – 60кг та середній показник по Україні станом на 2017р. – 52,8 кг, а також показники по областях.

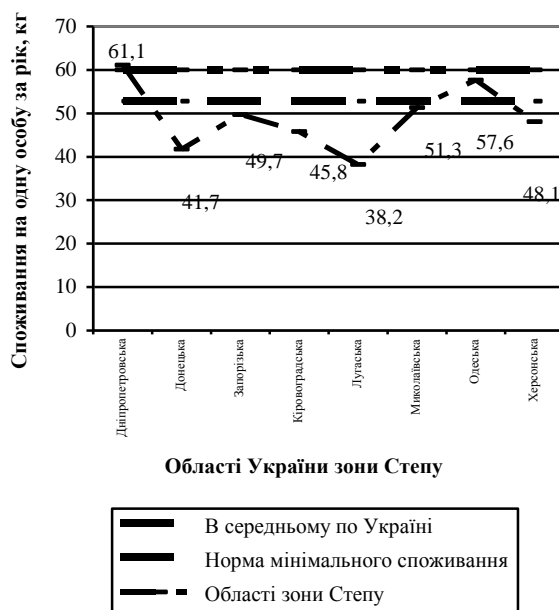


Рис. 2. Динаміка споживання плодів, ягід та винограду в зоні Степу України в порівнянні з середнім показником та мінімальною нормою споживання у 2017р.

Зона Лісостепу представлена 9 областями. Станом на 2017р. максимально високим показник споживання фруктів був по Київській, Чернівецькій та Вінницькій областях, а саме 75,8кг, 61,7кг та 58,2кг відповідно.

В зоні Полісся станом на 20017р. найбільше споживання фруктів зафіксоване у Закарпатській, Івано - Фра-

нківській та Житомирській областях – 51,3кг, 49,2кг та 49,0кг відповідно [8].

Оцінку рівня достатності споживання плодово – ягідної продукції представлено як порівняння показників фактичного фонду споживання та раціональної норми як по областях Півдня України (табл. 2) так і в цілому за 2017р. (табл.3)[8].

Таблиця 2. Показник достатності споживання плодово – ягідної продукції у 2017р.

Показники	Споживання продукції за областями Півдня України			
	Запорізька	Миколаївська	Одеська	Херсонська
Споживання на 1 особу, кг	49,7	51,3	57,6	48,1
Раціональна норма, кг	90,0	90,0	90,0	90,0
Коефіцієнт достатності споживання, %	55,2	57,0	64,0	53,4

По областях Півдня України спостерігаються низькі показники споживання фруктів. Всі показники нижчі ніж в середньому по Україні (52,8кг), лише Одеська область має 57,6кг. Коефіцієнт достатності споживання свідчить про те, що в цьому регіоні споживачі покривають свою потребу у споживання фруктів при раціональній нормі у 90кг лише на половину.

Таблиця 3. Показник достатності споживання продуктів харчування на 2017р.

	Раціональна норма, кг	Фактичне споживання, кг	Показник достатності споживання, %
Хліб і хлібопродукти	101,0	100,8	99,8
М'ясо і м'ясопродукти	80,0	51,7	54,6
Молоко і молокопродукти	380,0	200,0	52,6
Яйця (шт.)	290	273	94,1
Овочі та баштанні	161,0	159,7	99,2
Плоди, ягоди та виноград	90,0	52,8	58,7
Картопля	124,0	143,4	115,6
Цукор	38,0	30,4	80,0
Олія рослинна всіх видів	13,0	11,7	90,0

Баланс споживання основних продуктів харчування (табл.3) свідчить, що у 2017 р. в Україні споживання продукту «картопля» перевищує норму на 15,6%. За такими продовольчими групами, як: «хліб і хлібопродукти», «яйця», «овочі та баштанні», а також «олія рослинна всіх видів», фактичне споживання практично дорівнює раціональній нормі. Відставання від раціональної норми споживання спостерігається за наступними групами: «м'ясо і м'ясопродукти» – на 45,4%, «молоко і молокопродукти» – на 47,4 %, «плоди, ягоди і виноград» – на 41,3 %. Тобто споживачі намагаються забезпечити

власні потреби за рахунок економії коштів та заміною одних продуктів на інші, які або більш дешеві, або важливіші і складають основу раціону харчування.

Результати та їх обговорення. Результатом дослідження є спроба проаналізувати та оцінити рівень споживання плодово – ягідною продукцією населенням України. Маючи великий природно – ресурсний потенціал, треба звернути увагу на те, як він розкривається по природно – кліматичних зонах країни, чи в повній мірі підприємства – виробники продукції садівництва використовують природні ресурси, чи впливає така зональна спеціалізація на показники норм споживання. Нажаль населення Півдня України споживає плоди та ягоди по нормам значно нижче ніж в областях Лісостепу. Ситуація, яка склалась, дає підстави до подальших досліджень причин такого стану речей та дослідження економічних чинників впливу.

Висновок. Таким чином можна зробити висновок, що в Україні, яка має великий природно – ресурсний потенціал та можливості забезпечити власними силами внутрішнє споживання плодово – ягідної продукції, населення відчуває суттєвий дефіцит фруктів у своєму раціоні харчування. Середня норма споживання не дорівнює навіть мінімальної потреби (60кг), і лише у деяких областях (Київській, Дніпропетровській та Чернівецькій) цей показник вище. На Півдні України показники середні ніж по інших регіонах. Традиційно, у культурі споживання українців, плоди посідають чинне місце, однак у результаті впливу більш економічних чинників, останні вимушені економити на купівлі фруктів та віддавати перевагу таким продуктам, як хліб, молоко та м'ясо, картопля. Але вибір правильного вектору дій, які повинні стосуватись маркетингової товарної, цінової та збутової політики, в перспективі призведе до позитивних зрушень та змін норм споживання українців та підвищення їх калорійності раціону.

ЛІТЕРАТУРА

1. Котвицька Н.М. Продовольча безпека як фактор стабільного розвитку України//Науковий вісник Херсонського державного університету, 2015. Вип.10(3). Частина 3. 2015. С.18–21.
2. К.В. Береговий. Принципи формування продовольчої безпеки України // Економіка АПК, 2014. №5 С. 109 – 113.
3. Пасхавер Б.Й. Сучасний стан продовольчої безпеки // Економіка АПК, 2014. №4. С. 5 – 12.
4. Пасхавер Б.Й. Тенденції та проблеми національного продовольчого споживання // Економіка АПК, 2014. № 10. С. 5–13.
5. О.О. Зеленська, С.М. Зеленський, Н.О. Алешугіна Методичні підходи до оцінки рівня продовольчої безпеки // Економіка АПК, 2015. №5. С. 88 –91.
6. Постанова Кабінету Міністрів України від 14 квітня 2000 р. № 656 Київ Про затвердження наборів продуктів харчування, наборів непродовольчих товарів та наборів послуг для основних соціальних і демографічних груп населення URL: <http://www.buhoblik.org.ua/big/postanova656.html>.
7. Постанова Кабінету Міністрів України від 5.12.2007 № 1379 «Деякі питання продовольчої безпеки» URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1379-2007-p>.
8. Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України" 2018 URL: http://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/07/zb_bsoph2017_pdf.pdf.
9. М. В. Місюк. Про державне регулювання розвитку галузі скотарства. // Міжнародний науково-виробничий журнал «Економіка АПК», 2009, № 4. С. 113–114.
10. Постанова Кабінету Міністрів України від 11 жовтня 2016р. № 780 Про затвердження наборів продуктів харчування, наборів непродовольчих товарів та наборів послуг для основних соціальних і демографічних груп населення URL: <http://www.buhoblik.org.ua/big/postanova656.html>.

REFERENCES

1. Kotvytska N.M. Prodovolcha bezpeka yak faktor stabilnoho rozvytku Ukrainy // Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnoho universytetu, 2015. Vyp.10 (3). Chastyna 3. 2015. P.18-21.
2. K.V. Berehovi. Pryntsypy formuvannia prodovolchoi bezpeky Ukrainy // Ekonomika APK, 2014. №5 S. 109 – 113.
3. Paskhaver B.I. Suchasnyi stan prodovolchoi bezpeky // Ekonomika APK, 2014. №4. P. 5-12.
4. Paskhaver B.I. Tendentsii ta problemy natsionalnoho prodovolchoho spozhyvannia // Ekonomika APK, 2014. № 10. P. 5-13.
5. O.O. Zelenska, S.M. Zelenskyi, N.O. Alieshuhina Metodychni pidkhydy do otsinky rivnia prodovolchoi bezpeky // Ekonomika APK, 2015. №5. P. 88-91.
6. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 14 kvitnia 2000 r. № 656 Kyiv Pro zatverdzhennia naboriv produktiv kharchuvannia, naboriv neprodovolchykh tovariv ta naboriv posluh dlia osnovnykh sotsialnykh i demohrafichnykh hrup naseleennia URL: <http://www.buhoblik.org.ua/big/postanova656.html>.
7. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 5.12.2007 № 1379 «Deiaki pytannia prodovolchoi bezpeky» URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1379-2007-p>.
8. Balansy ta spozhyvannia osnovnykh produktiv kharchuvannia naseleenniam Ukrainy" 2018 URL: http://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/07/zb_bsoph2017_pdf.pdf.
9. M. V. Misiuk. Pro derzhavne rehuliuвання rozvytku haluzi skotarstva. // Mizhnarodnyi nauko-vyrobnychiy zhurnal «Ekonomika APK», 2009, № 4. P. 113-114.
10. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 11 zhovtnia 2016r. № 780 Pro zatverdzhennia naboriv produktiv kharchuvannia, naboriv neprodovolchykh tovariv ta naboriv posluh dlia osnovnykh sotsialnykh i demohrafichnykh hrup naseleennia URL: <http://www.buhoblik.org.ua/big/postanova656.html>.

Industrial gardening in the South of Ukraine within the framework of food security

I. V. Kolokolchikova

Abstract. The results of the study provide levels of horticulture products to the population of Ukraine in the framework of food security. The concept of "food security" is considered. The indicators of the Fund of consumption of fruit in dynamics are investigated, tendencies of changes are revealed. The analysis of norms of consumption of production of branch on climatic zones of Ukraine is carried out. The indicator of sufficiency of consumption of fruit in comparison with rational norms is calculated. The reasons of insufficient level of consumption of fruits are defined. A new approach to the methodology of urban agglomeration planning in Ukraine.

Keywords: food security, industrial gardening, consumption norms, Fund of consumption of products, level of sufficiency of consumption.

ARCHITECTURE

Formation of recreation cores in areas of multi-storey residential developments

O. Meshcheryakova

Institute of Architecture, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
Corresponding author. E-mail: olya.meshcheryakova@gmail.com

Paper received 29.06.19; Accepted for publication 10.07.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-200VII24-02>

Abstract: The aim of the paper is to present the current state of urban outdoor recreational spaces, explore its content and the functional structure, principles of arrangement and attractiveness to the city residents by the example of Ternopil. Conducted surveys gives the possibility to distinguish the needs in places for outdoor recreation for people within their residential areas and highlight the main problems of existing recreational cores.

Keywords: recreation, recreational cores, multi-storey residential living areas, urban recreation.

Introduction. The primary requirement of modern society is the formation of a comfortable, attractive, safe environment in the residential urban areas, which will contribute to the recreation and maintenance of public health. These components are interconnected and interdependent, and the means of their solution is the formation of multifunctional recreational cores appropriate for different age categories needs. However, in most cases, recreation within the city has a cultural and consumer's form. The problem of organizing poly-functional recreation cores in residential areas of the city determines the relevance of this work.

Modern researches focuses on the fact that it is the ability to rest and restore the physical and spiritual health of urban residents within the territories of their residence is the key to a healthy society [1–3]. To do this, it is necessary to develop urban recreation and form the appropriate recreational cores, which will be available to different segments of the population at any convenient time for them.

Goals. The purpose of the study is to formulate a reasonable assessment of the real situation of the functional organization of recreation cores in the city on the territory of residential multi-residential buildings and examine the real needs of residents of multi-residential residential areas on the example of Ternopil. It can serve as a basis for formulating an urban planning rationale for the development of recreation cores in residential areas of cities.

Literature review. The theoretical basis of the study is formed in researched works of Panchenko T., Rodichkin I., Osichenko G. Danylko N., Golub A., Zubrichev O., Novikov V., Wojciechowski N, Ujma-Wąsowicz K., Lis A., Pilarchyk A. and others.

The definition of recreation adopted in the study, which at the interdisciplinary level, is interpreted as a way to restore physical, spiritual and mental forces, as well as cultural, educational and sports activities of people associated with a system of certain means in specialized territories in their spare time [4–7]. The need to implement these processes in the immediate proximity of places of living causes deepening of knowledge about recreation in the theory of urban planning and the outlining definition “urban recreation”- a method of short-term recreation for residents associated with the habitat of various age categories in conjunction with functional and planning structure of the city. In the study “city” is the type of settlement is accepted, which, according to the Ukrainian classification of cities, differs in size, is multifunctional and has an expressive territorial planning organization. Urban recreation can take place in the defined landscape and recrea-

tional areas of the city, specially adapted architectural and urban planning facilities outdoor (playground, sports facilities and other parts of the city that forms recreational areas for inhabitants of residential developments) and indoor (theaters, cinemas, gyms etc.) types [8, 8]. The concept of “urban recreation” is not limited with the definition of ways to rest for city residents, but is connected with the formulation of basic provisions defining the techniques and principles for organizing recreation cores in the city. The recreational core specifies the phenomenon of urban recreation in the context of urban planning and is considered as a place of concentration (concentration) of recreation activity that has a visually and physically defined territory. The rules that regulate it correspond to the legal principles defined at the legislative level.

Material and methods. To achieve the objectives of the study, the process covers a three-stage method: the first is the identification recreational cores in the structure of the residential areas in the city of Ternopil; the second - researching the characteristics of their functional and planning organization and conducting a survey among its actual or prospective users; the third is the analysis of the results and identification of problems; the fourth is the formulation of conclusions.

The methodological basis of the study was general scientific and special methods at the empirical and theoretical levels. The general scientific methods of research included groups of methods - data collection and accumulation of facts: field surveys, observations (active - searching and fixing the desired angle of vision of the recreational cores and purposeful - fixing attention only on the object of study), comparison (comparison of selected indicators, functional processes, phenomena, a functional planning solution among themselves), photographic recording (recording images of the current state of use, space-spatial solution of the Recreation cores with the help of special media), measurements, surveys, description. Special methods for the study - the use of architectural, urban planning and interdisciplinary approaches. The complex of special research methods includes: urban planning analysis (location of recreation cores in the structure of residential areas, functional zoning analysis), sociological survey, morphological description.

A survey of residents opinion was conducted by direct interviewing residents (face to face) that was carried out in May-July 2018 in Ternopil's areas of multi-storey residential developments among 126 respondents (56.3% of respondents- women, 43.7 men; 12.7% children 10–13 years old, 16.7% - young people 13–16 years old, 30.2% - young people 16–24 years, 19.0% - adults aged 25–44 years old, 6.3% -

45 -60 years old, 14.3% - 60-75 years old, 0.8% - 75-89 years). Respondents in each of the selected locations were interviewed in a standard form on a half-closed questionnaire (combined - with open answers and closed, where it was suggested to choose one of the available options). The survey was designed to obtain the basic information about the resident (gender, age, family size, presence of children), facts about open recreational areas that are available to them in the proximity to their homes (types of recreation, character of the property (private, semi-public, public), limits of walkable distance from recreational cores to their dwellings, frequency of use of recreational cores), their attitudes and preferences regarding the use of recreational cores (about how they are used, other additional forms of activity that have place on the recreational objects, their ideas about comfort, safety and control, what new recreational spaces they would like to have, what can be improved in existing open spaces). They also highlighted the most important elements that should be present in a place available for recreation. The results of the survey allows to supplement the factors and objectives of the design.

Results and discussion. For the study of the recreation cores in the areas of a multi-storey residential developments the city of Ternopil was chosen. It is one of the cities in the western region of Ukraine with characteristic clusters of residential multi-family apartment buildings that were built in the 70-80s. Problems associated with territories of this type

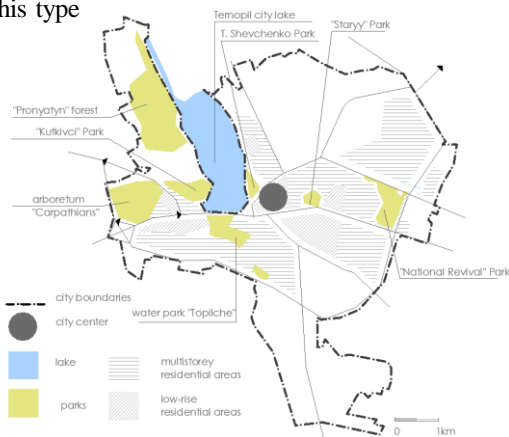


Fig. 1. Territorial organization of Ternopil

These areas are characterized by residential development represented mainly by 5-9 storey apartment buildings - typical for neighborhood planning of a period of 70-80 years with spacious courtyards (figure 2), often exaggerated courtyard areas connected by pedestrian alleys. The functional planning organization of the territories was carried out in accordance with the requirements of the town planning of the Soviet period: children's play- and sportsgrounds, recreation places for adults, green areas, driveways, parking lots and household sites. These requirements fully met the needs of that-day society and moved to the regulatory standards of independent Ukraine without significant changes [10]. According to the norms, the obligatory presence and the minimum areas of recreational areas as part of the territory of multi-family residential buildings is defined depending on the prospective amount of residents. Thus minimum area of playgrounds for children of preschool and young school age is 0.7 sq. m per person, for recreation of the adult population – 0.1 sq. m per person and areas for physical exercises – 0.2 sq. m. per person. For providing acoustic comfort for people, the distance from the indicated recreational areas to the win-

in Ternopil are also characteristic for other cities in the western region (Ivano-Frankivsk, Uzhgorod, Rivne, Lutsk).

Ternopil is a city of regional importance, located in the central part of the Western region of Ukraine. The population is 218, 653 thousand people. The area of the city, according to the existing boundary, is 4283 hectares. Multi-apartment residential buildings areas occupies up to 478.53 hectares, which is 11% of the total area (or 85.1 % of the total residential area). And according to the Project City's Masterplan [9] to 2031 the territory of multi-storey residential buildings will increase for 166.6 ha more. Therefore, the question of providing comfortable living environment in areas of multi-storey residential developments that provide recreational facilities is very important both for the perspective new developments and for improving the existing ones. Study of the process of modernization of living environment shows that, unfortunately, without a comprehensive, scientifically based assessment, in most cases, are concentrated on improving only material content (replacement of gaming or sport equipment) and landscaping elements (coatings, outdoor lighting etc.).

The territory of Ternopil consists of 9 residential areas (figure 1): 5 - historically established; 2 as a result of connection of the surrounding villages, 2 that build up according to the city's Masterplan.



Fig. 2. View on Ternopil's residential area «Alyaska», typical for neighborhood planning of a period of 70-80 years

dows of residential and public buildings must be at least 10 m for recreational ground for adults, 12 m - for children's and, depending on noise characteristics, from 10-40 m - for sportsgrounds. Therefore, the urban regulatory documents are in process of revising and improving [11]. Project of DBN B.2.2-12: 2018 in September, 2018 were developed, were for example minimum area for recreational cores for adults increased to 0.2 sq. m per person and for physical exercises in 10 times – 2.0 sq. m per person. However, with the introduction of new standards, the question of organization of recreation cores, which would cover the needs of all groups of the population, remained unsolved. From the very list of recreational grounds, we can see the absence of a compulsory arrangement of places for young people recreation and defined peculiarities of location and organization for elderly people recreation. The current state of the formation of comfortable and accessible recreational cores in living environment requires new approaches that will fulfil the contemporary needs of society in the context of sustainable development of the city.

To gather information about current situation in urban recreation the author conducted site surveys of 826 recreational cores within the residential areas of Ternopil in the period of 2017-2018. For the detailed analysis, one of the districts of the city (area – 1.028 sq. km) was selected (fig.3). The characteristics of analyzed objects were systemized through photo, mapping and tabular representations. The current state of the recreation cores was evaluated with the following criteria: target age-group (children, youth, adults

and elderly), its function (play, sport, physical exercises, social, creative and educational), quantitative indicators (dimensional characteristics of space, area), functional area saturation (monofunctional, polyfunctional), types of contents and activities, layout character (its shape, peculiarities of planning structure- compact, linear), its location, degree of enclosing, number of observed users, time of usage, degree of attraction.



Fig. 3. Territory of detailed survey, a-“Sonyachnyy” district, mapping recreational cores: b- recreational core of group of buildings represented with typical playground and gazebo for adults

During the observation period (during 21-27 of May, 2018) on 2 locations (fig.3b, fig.4a), which was carried out from 10:00 to 19:00 on weekdays and weekends, most of the visitors that spend free time at the recreational cores and surrounding areas: younger schoolchildren (58% from 13.00), mothers with children (15% - during day), pensioners (with small children (10%, mostly in morning hours till afternoon) independent recreation -13 % from 14:00). Young people and adults spend a minimum of time on the residential areas on working days (4% in the evening).

analysis of the existing state showed that not all age groups are provided with organized places for recreation, the individual needs of each group are not taken into account. There are practically no places for adults and older people recreation (single gazebos and benches for sitting). Recreational cores for young people within the city are organized mainly in city parks (major types - skate parks and sports zones), however, the daily need of young people for recreation within residential areas is completely ignored. Groups of young people, observed during research, used for gathering children`s playgrounds or other places not purposed for recreation (retaining walls, stairs etc.).

Most objects are monofunctional. The main types of recreation cores are children`s playgrounds (82%), sportsgrounds (13%), places for adult recreation (4%). The

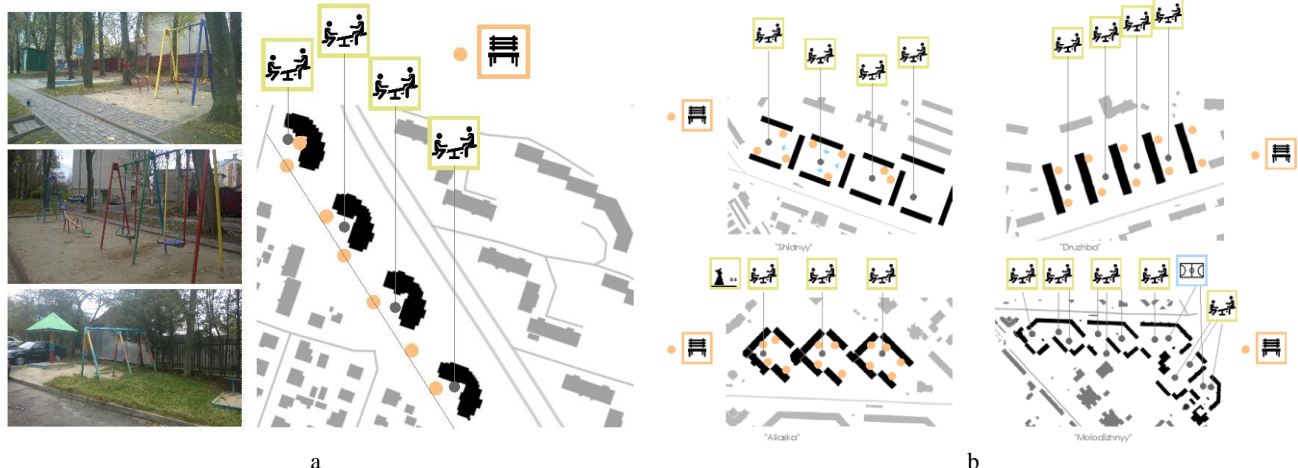


Fig. 4. Organization of recreational cores near residential development on the example of residential areas of the city of Ternopil

The character of the residential areas planning determined the openness of the yard territories, so the type of property of majority of the analyzed objects (91%) is semi-public. That means that they are intended for use by residents of nearby houses, but at the same time - open and accessible to other people. Some of the recreational cores that belong to the building`s territory of newly built houses or those that creat-

ed an association of residents and defined their closed private territory, belong to objects of limited use exclusively by residents of a building or groups of buildings and do not provide open access for other residents of the area. Last may cause lack of recreational cores for residents nearby, as those objects that used to be in common use becomes private property.

According to its area, the recreational cores are divided into small, medium and large. The area depends most often on the type of use (public location, public) and its location in the structure of the residential area (recreational core of building or group of buildings, the projected load (number of visitors). Analyzed objects were categorized in three groups: small - sizes from 10 to 500 sq. m., medium - from 500 to 3000 sq. m. and large - more than 3000 sq. m. The morphological diversity of spatial schemes can be reduced to three groups of cores along the outline of the plan or outline: simple geometric (regular geometric shapes - rectangular, triangular, circular), derived from simple shapes (changing

proportions, changing angles) and complex (a combination of simple shapes - intersection, overlay, exception, repetition).

From the analyzed objects, 98% of the playgrounds are located on flat plots, without any hills or any other level differences. Such planning decisions do not satisfy the needs of children in movement and "conquering peaks". Observations confirm that often children choose sloping areas with coatings (mainly parts of footpaths) or create homemade height differences (Fig. 5c). Such solutions reduce the comfort of the territory (the conflict of functions: walking route - playing area)



Fig. 5. Organization of recreational cores near residential development on the example of residential areas of the city of Ternopil a- Sport facilities, b- children's playground, c- self-made springboard

Degree of attraction of recreational cores was collected from the interviews results. The interviewees were asked to estimate the level of visual attractiveness, comfort of using, and state of equipment of the recreational cores near their buildings in grades from "very bad", "bad", "good" and "excellent". Only 2.6 % were totally satisfied with the current state and evaluated as "excellent". The average answer was "bad" or "good". And 52 % answered that they would spent more free time for recreation if comfort conditions improves.

It is also important to note that analysis of design solutions and built objects of recent years shows positive trends in the formation of recreation cores. Many private investors, while building new residential buildings, beginning to pay attention to the residential environment outside the building, realizing that organizing recreational cores is an important element in creating a comfortable living environment that bases on principles of uniqueness, attractiveness, availability for all, functional zoning,

Conclusions. Analysis of the current state of recreational cores in Ternopil gave the information about current state of recreational cores in the areas of multi-storey residential developments that are common to other cities of the western region of Ukraine.

The main problems of the formation of recreational cores in areas of multi-storey residential developments in Ternopil can be defined as:

- diversity: not all age groups are provided with organized places for recreation, the individual needs of each group are not taken into account;
- the degree of functional arrangement and equipment is low, contents do not suit the users requirements
- lack of attractiveness, diversity of playing equipment, aesthetic pleasure; most of the objects are typical and do not form the uniqueness of place;
- not-satisfying technical state (old equipment, ruined surface coverings, pavement, connection of materials, etc.);
- lack of means, providing additional comfort (lighting, sun shading, shelters etc.)
- necessity of implementing principles of universal design – inclusive, available for all age groups and levels of mobility.

Creating recreational cores within areas of multi-storey residential developments re essential for creating healthy society. The recreational cores as the inherent part of the residential environment, must be adequately equipped, organized and arranged; accessible, attractive and fulfill needs of all groups of people in recreation. Further research will be aimed at developing recommendations on the organization of recreational cores on the territory of multi-family residential buildings.

REFERENCES

1. Edwards P TAD. A healthy city is an active city: A physical activity planning guide. Copenhagen, Denmark, 2008 p.79.
2. WHO. Global Recommendations on Physical Activity for Health 2010. Geneva: World Health Organization: Geneva;
3. Cranney L, Phongsavan P, Kariuki M, Stride V, Scott A, Hua M, Bauman A. Impact of an outdoor gym on park users' physical activity: A natural experiment. Health & place. 2016; p.37, pp.26–34.
4. Stauskas OP. Urban planning of districts and recreation centers. L.: Stroyizdat; 1977, p. 164.
5. Nudelma MS Socio-economic problems of recreational environmental management. K.: Naukova Dumka; 1987
6. Shulyk BP. Methodological foundations of the formation of recreational systems in Ukraine: Thesis for the degree of Doctor of Architecture: 18.00.01 - Theory of Architecture, restoration of architectural monuments; 2008
7. Lis A. Struktura przestrzenna i społeczna terenów rekreacyjnych w osiedlach mieszkaniowych Wrocławia z lat 70.-80. ubiegłego stulecia. Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego; 2011
8. Urban planning. Designer's Handbook. To.: Ukrahstroyinform; 2001.
9. Ukrainian State Research Institute for Urban Design "Dipromisto". General Plan Ternopil. Kiev; 2008
10. DBN 360-92 **. Town planning. Planning and development of urban and rural settlements.
11. DBN B.2.2-12: 2018. Planning and development of territories.

Современные конструкции и технологии энергосбережения в жилом строительстве

Моради Пур Омид, С. В. Семка

Киевский национальный университет строительства и архитектуры
Corresponding author. E-mail: omp110@yahoo.com

Paper received 19.04.19; Accepted for publication 04.05.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-200VII24-03>

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы влияния современных конструкций на энергоэффективность жилья средней этажности в контексте использования возобновляемых источников энергии (солнца, ветра, воды и земли), сделан первый шаг к комплексной систематизации факторов, которые влияют на формирование функционально-планировочной и объемно-пространственной структуры жилых домов с энергосберегающими технологиями. При этом осуществлена общая классификация жилья, в которой определено значимое место сегмента исследований – жилья средней этажности с элементами оборудования, отвечающее требованиям современных энергоэффективных технологий.

Ключевые слова: конструкции и материалы, энергоэффективность жилья, жилье средней этажности, классификация жилых домов.

Введение. Развитие жилых домов средней этажности по всему миру стремительно приобретает все более широкого применения [1-6]. В настоящее время, жилые дома средней этажности имеют мгновенную реакцию на любое нововведение в различных общественных сферах жизни. С помощью современных технологий, таких как нанотехнологии, можно создавать сверхпрочные и легкие конструкции [5-8], а с помощью генной инженерии, можно предоставить архитекторам новые строительные материалы, которые способны расти и развиваться прямо на строительной площадке. Современные жилые дома средней этажности являются открытой системой для интеграции всего нового, что происходит в мире, и всего того, что они успели вобрать в себя на протяжении тысячелетий.

На современном этапе развития общества проявляется чрезвычайная контрастность и неоднозначность [9]. Природные катаклизмы, различные экологические прогнозы, нестабильность ситуации в экономике и политике наряду с научно-техническим прогрессом - «информационным взрывом» и повышением качества жизни приводит к росту хаотических элементов в общественном сознании и культуре. Именно таким периодам неопределенности и «энтропийности» человек и общество особенно остро нуждаются мировоззренческих ориентиров, планов и стратегий дальнейшего развития жилых домов средней этажности. Для представления о будущем - необходимым становится осмысление современности.

Делая прогноз будущего, жилые дома средней этажности способны внести свои коррективы, которые являются видом человеческой деятельности и, проявляющей себя чрезвычайно разнообразно [10]. В них есть место, как искусству, так и науке, как практике, так и теории. Роль жилых домов средней этажности, которые являются в виде провидицы будущего в социокультурном измерении – несомненна. Осмысливая, изучая и анализируя современные жилые дома средней этажности, можно спрогнозировать дальнейшие тенденции и основные векторы направленности развития, сделать первый шаг к разгадке ближайшего и будущего как части культуры и всего мира.

Краткий обзор публикаций по теме. В решении любого жилого дома одним из главных является вы-

бор его конструктивной схемы. Из результатов анализа зарубежного и отечественного опыта проектирования и строительства энергоэффективных жилых домов, определяющими в решении проблем их энергообеспечения и энергоэффективности являются правильно выбранные их оборудование, материалы и конструкции [11-14]. Оценочные характеристики, определяющие выбор материала и конструкции, должны основываться на комплексной оценке внешних природно-климатических условий, правильно сформулированных критериях оценки несущих конструктивных и теплоизоляционных свойств различных материалов, методологии расчета прочностных и теплоизоляционных свойств конструкции, применении такой конструктивной системы, которая бы позволяла перепланировать помещение в зависимости от потребности жильцов, финансовых возможностей и от условий зимней и летней эксплуатации зданий (с возможным сезонным расширением и созданием универсальных пространств) [11, 12, 14].

С точки зрения методики проведения исследования целесообразно было бы использовать в определении конструктивной системы метод комплексного функционально-структурного анализа (с выявлением его влияния на планировочную схему и конструкции), вместе с системным анализом и сравнительным анализом факторов влияния. Представляется целесообразным по ходу исследовательской работы определять некоторые принципы и методологию ее проведения.

В работах [7, 9] под энергоэффективным жилым домом подразумевается здание, у которого объемно-планировочные и конструктивные решения, а также системы инженерных коммуникаций, с общепринятыми функциональными требованиями, удовлетворяют при этом принципу обеспечения максимально-возможной экономии всех видов энергии. Кроме того, автором выделено энергоактивное здание, для которого отличительная способность заключается в улавливании и передаче во внутреннюю энергетическую систему или в определенные помещения энергии от возобновляемых источников (солнечной, тепловой энергии земли, ветровой и др.).

В работе [16] показано, что энергоэффективные жилые дома являются наиболее близкими к экологи-

ческому дому, поскольку понятию энергоэффективности присуща характеристика экологического дома.

Принцип выбора материала наружной облицовки здания учитывает наиболее общие положения, относящиеся к выбору материала конструкции и критериям, определяющим этот выбор (принцип устойчивой (экологичной) архитектуры: экологизация города и окружающей среды; экономия тепла и энергии по дому и в масштабах жилого образования [13]; улучшение комфортности городской среды и здоровья людей. А.Н. Тетиор выявляет некоторые показатели, влияющие на выбор экологичного материала на разных этапах цикла жизни: добыча и подготовка исходных компонентов; изготовление и оформление материала; эксплуатация, использование, ремонт; утилизация; повторное использование. Так, на этапе изготовления материала основными показателями экологичности материала автор считает: минимальные затраты энергии при его обработке и изготовлении, минимальное загрязнение среды при изготовлении, минимальное количество отходов при изготовлении. На этапе эксплуатации, использования и ремонта А.Н. Тетиор важными считает следующие показатели: оздоровление среды зданий; отказ от использования вредных сопутствующих материалов (клеев, растворителей, добавок растворов и т.п.); отсутствие каких-либо загрязнений среды; простые технологии при строительстве, отделке и эксплуатации; максимальная долговечность, пригодность для повторного использования и ремонтов. По мнению автора [14] утилизация должна быть простой, наиболее полной и неэнергоёмкой (в том числе с получением теплоты при сжигании), а также должна предусматриваться возможность повторного использования в какой-либо форме.

Цель. Исследовать влияние современных конструкций на энергоэффективность жилья средней этажности в контексте использования возобновляемых источников энергии.

Материалы и методы. Исходя из проведенного анализа современных материалов, к полностью экологичным (биопозитивным) можно отнести строительные материалы, изготовленные из возобновляемых природных ресурсов, требующие минимальных затрат энергии в процессе изготовления, оказывающие позитивное влияние на здоровье человека и не вредящие ему, не загрязняющие природную среду при их изготовлении, полностью рециркулируемые (разлагающиеся) в процессе замкнутого цикла после выполнения функций подобно материалам живой природы (наиболее распространенным из них является древесина). Требованиям экологичности соответствуют следующие природные материалы: дерево, бамбук, солома и некоторые растительные материалы: торф, шерсть, войлок, кожа, пробка, натуральный камень, хлопок и натуральный шелк, натуральные клеи, олифа, каучук [8, 9, 13].

К условно экологичным (изготовленным из широко представленных в земной коре полезных ископаемых, не оказывающих вредного влияния на окружающую среду и людей) – к биопозитивным относятся керамические изделия, кирпич (черепица, плитка), стекло, бетон, сталь [3, 13].

К неэкологичным строительным материалам, опас-

ным во время применения и утилизации, относятся пластмассовые изделия, синтетические краски, растворители, лаки, гидроизолирующие материалы, выделяющие опасные испарения и летучие вещества – аммиак, фенолформальдегид, толуол, оксид и диоксид углерода, сернистый ангидрид, пыль, волокна, ртуть, меркаптан, хлор, фтор [13]. А.Н. Тетиор обращает также внимание на энергоёмкость материалов в связи с необходимостью экономии энергии: очень высокий уровень энергоёмкости – алюминий (200-250), пластмассы (50-100), медь, нержавеющая сталь (100); высокий уровень – сталь (30-60), цинк (25), стекло (12-25), цемент (5-8); средний уровень – кирпич и черепица из глины (2-7), гипс (1-4), бетонные блоки (0,8 – 3,5), бетон (0,8 – 1,5), древесина (0,1 – 5); низкий уровень – песок, зола, грунт (менее 0,5 гдж/т).

Кроме того, по данным А.Н. Тетиора [14] материалы оказывают влияние на окружающую среду: изделия из каменной кладки экологичны, минимально загрязняют воздух; бетон часто закрыт отделкой и поэтому минимально загрязняет воздух; металлы практически не вызывают загрязнения воздуха за исключением процесса полировки, очистки или сварки; древесина не загрязняет воздух за исключением склеивания некоторых деревянных изделий; при производстве пластмасс могут выделяться потенциально опасные вещества ввиду их изготовления из продуктов переработки нефти и природного газа. В процессе выбора материалов для возведения энергоэффективного жилого дома необходимо придерживаться баланса их функциональных, конструктивных, экологических и экономических характеристик (снижение объема использования природных ресурсов, создание удобного надежного и безопасного места проживания). Энергоэффективное деревянное домостроение имеет хороший потенциал для своего развития в северо-западном регионе Ирана, где сосредоточены более половины запасов древесины страны (более 1 % мировых запасов древесины). Деревянное домостроение в Европе, США и Канаде достигло большой гибкости строительных систем для быстрого возведения домов, большого типологического многообразия с возможностью индивидуального проектирования, пространственного моделирования, перепланирования и трансформации помещений [11, 13].

Снижение перегрева в теплый период года осуществляется за счет окраски крыш и стен (тепловой эффект на светлой поверхности зависит от температуры наружного воздуха, а на темной поверхности – от угла падения солнечных лучей), поэтому в холодных районах выбирают темный цвет кровли и стен, а в теплых районах (на юге) – светлый. Внешняя облицовка стен и кровли играют определяющую роль в аккумулировании тепла солнца. Кроме того, для соблюдения требований экологичности, экономичности, надежности и комфортности, и уменьшение затрат при транспортировке материалов необходимо ориентироваться на местные экологичные строительные материалы, местные традиции домостроения и передовые инновационные технологии, адаптированные к местным условиям [5, 14].

Принцип выбора конструкции наружной облицовки стен предусматривает несколько направлений

предпроектного исследования: с одной стороны наружная облицовка должна защищать от внешних негативных воздействий окружающей среды (холода, зноя, избыточной солнечной радиации); минимизировать теплопотери и выход тепла из здания; способствовать аккумуляции и генерированию тепловой энергии внутри здания благодаря грамотному тепловому зонированию с выделением буферных зон. В настоящее время большинство традиционных конструктивных решений наружных стен и покрытий зданий далеко не в полной мере удовлетворяет возросшим требованиям к энергосбережению. Детальное рассмотрение конструкции и материалов наружной облицовки здания является основой конструирования ограждающих элементов жилого здания, принципа оценочных критериев с учетом повышенных теплозащитных требований к инженерным решениям по проектированию энергоэффективных объектов. Так, например, исходя из санитарно-гигиенических норм, условий комфортного проживания и требований к резкому сокращению энергозатрат на обогрев внутри здания, экономически целесообразным является применение традиционных стеновых материалов и многослойных фасадов в новом строительстве и при реконструкции старых зданий (система наружного утепления «мокрый фасад с тонкослойной штукатуркой»). «Мокрый» тип фасадных систем позволяет снизить затраты на материалы ограждающих конструкций и облицовок поверхности, предоставляя большие возможности в архитектурных решениях (утеплитель пенополистирольные или минераловатные плиты). Как человек может получать энергию и тепло извне (например, от обогревателя) и вырабатывать ее изнутри (занимаясь физическими нагрузками), так и здание, получая энергию извне, и вырабатывая ее внутри в процессе жизнедеятельности, максимально сохранить эту энергию благодаря правильно выбранным технологиям, строительным материалам и конструкциям. Поэтому очень важно знать характеристики традиционных и новых материалов и конструкций, поступающих на рынок строительных материалов [6-9, 14].

Например, природный камень принято считать одним из лучших отделочных материалов в строительстве, кроме того, он является одним из первых традиционных строительных материалов, из которого принято было на вяжущем и без вяжущего раствора (с обработкой и без обработки камня) сооружать первые стеновые конструкции за несколько тысячелетий до нашей эры. В наше время он стал недоступным для многих потребителей из-за высокой цены на этот материал, его транспортировку и установку [3, 14]. Современная промышленность предлагает вместо тяжелого и дорогого природного камня использовать его заменитель – более легкий искусственный камень (20-30 % веса натурального камня).

Одним из главенствующих и ведущих строительных материалов, созданных человеком для компенсации нехватки природного камня в строительстве, является кирпич. Он до сих пор массово используется во многих странах в жилом строительстве, в том числе и в энергосберегающем. Кирпич обеспечивает надежную звукоизоляцию (а пустотный кирпич –

теплоизоляцию), огнезащиту и защиту от внешних факторов, а также позволяет воплотить в жизнь любую архитектурную идею (свободный план с любой пластикой стены). Кирпичная кладка эстетично выглядит и в интерьере и на фасаде здания, придает помещению уют и защищенность домашнего очага, а благодаря мелкогабаритности самого кирпича (в отличие от природного камня), из этого материала можно организовывать любую пластику стены в плане здания. Благодаря своим качествам, кирпичные стены часто используются как наружные ограждения в современных сборно-монолитных домах в Украине и Иране. Характерным для кирпичных стен является то, что они, пропуская влагу, дышат, сохраняют декоративность сплошной кирпичной кладки и перевязки швов, отличаются высоким сопротивлением теплопередачи (особенно с учетом современных открытий и нанотехнологий утепления фасадов, применением пустотного кирпича и специальных утеплителей). Все это поддерживает общий уровень равновесия влажности и энергосбережения дома, создает комфортные условия пребывания в помещении людей.

Результаты и их обсуждение. Перспективным направлением в разработке конструкций современных энергоэффективных жилых домов является создание вентилируемых фасадов, которые имеют следующие преимущества: аккуратный и эстетичный внешний вид, длительный период эксплуатации без ремонта (более 50 лет), простота в эксплуатации, высокие тепло- и звукоизоляционные свойства, возможность осуществлять монтаж круглый год и т.д. При этом есть и существенные недостатки: относительная однотипность архитектурных решений, достаточно высокая стоимость, сложность выполнения декоративных элементов. Облицовочные экраны в устройствах вентилируемых фасадов могут быть изготовлены из: цементно-волоконных и асбестоцементных плит, алюминиевых и стальных композитных панелей, фасадных панелей-кассет, плит из керамогранита. Подобный уровень проектирования и строительства потребует развития проектно-строительной базы и максимального использования местных строительных материалов (с разработкой рекомендаций для всех проектно-строительных зон).

Выводы. В работе, при исследовании вопросов влияния современных конструкций на энергоэффективность жилья средней этажности в контексте использования возобновляемых источников энергии (солнца, ветра, воды и земли), сделан первый шаг к комплексной систематизации факторов, которые влияют на формирование функционально-планировочной и объемно-пространственной структуры жилых домов с энергосберегающими технологиями. В работе детально проанализированы литературные источники, которые способствовали уточнению некоторых определений и терминов, непосредственно касающихся возобновляемой энергетики в отрасли жилого строительства средней этажности. Кроме того, предложена общая классификация жилья, в которой определено значимое место сегмента исследований – жилья средней этажности с элементами оборудования, отвечающее требованиям современных энергоэффективных технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. L.A. Suvorova, T. V. Baibakova, and I.V. Pestova The process of forming the synergetic effect in the industrial cluster and its economic evaluation, SHS Web of Conferences 35, 01090 (2017)
2. L.A. Suvorova, Proc. Biokirov-2015, 99-103 (2015)
3. M. Delgado, M. Porter, S. Stern, Journal of Economic Geography, 10, 4 (2010)
4. C. Ketels, O. Solvell, Innovation Clusters in the 10 NewMember States of the European Union (Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2006)
5. C. Ketels, O. Memedovic, International Journal of Technological Learning, Innovation and Development, 1, 3 (2008)
6. Lingaitis L.P., Mjamlin S, Baranovsky D, Jastremskas V. Prediction methodology of durability of locomotives diesel engines. Eksploatacja i Niezawodnosc – Maintenance and Reliability 2012; 14 (2): 154–159.
7. Liang, X.D.; Zhang, W.W.; Chen, L.; Deng, F.M. Sustainable Urban Development Capacity Measure – A Case Study in Jiangsu Province, China. Sustainability 2016, 8, 270.
8. Zhou, J.Y.; Shen, L.Y.; Song, X.N.; Zhang, X. Selection and modeling sustainable urbanization indicators: A responsibility-based method. Ecol. Indic. 2015, 56, 87–95.
9. Huang, L.; Yan, L.J.; Wu, J.G. Assessing urban sustainability of Chinese megacities: 35 years after the economic reform and open-door policy. Landsc. Urban Plan. 2016, 145, 57–70.
10. Mori, K.; Yamashita, T. Methodological framework of sustainability assessment in City Sustainability Index (CSI): A concept of constraint and maximization indicators. Habitat Int. 2015, 45, 10–14.
11. Афанасьева О.К. Архитектура малоэтажных жилых домов с возобновляемыми источниками энергии. Автореферат дис. канд. арх. Москва, 2009. - 20с.
12. Молодкин С.А. Принципы формирования архитектуры энергоэффективных высотных зданий. Дис. канд. арх. Москва, 2007. - 142 с.
13. Тетиор А.Н. Городская экология: учеб. пособие для вузов / А.Н.Тетиор.- М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 336 с.
14. Тетиор А.Н. Экологичная архитектура и экологичная красота зданий и города / А.Н.Тетиор // Жилищное строительство. - 2001. - № 12. - С. 14- 17.
15. Беляев В.С., Хохлова Л.П. Энергосберегающий жилой дом. - Москва, 1991. - 255 с.
16. Широков Е.И. Экодом нулевого энергопотребления - реальный шаг к устойчивому развитию / Е.И. Широков // Архитектура и строительство России. - 2009. - № 2. - С.35-39.

REFERENCES

1. L.A. Suvorova, T. V. Baibakova, and I.V. Pestova The process of forming the synergetic effect in the industrial cluster and its economic evaluation, SHS Web of Conferences 35, 01090 (2017)
2. L.A. Suvorova, Proc. Biokirov-2015, 99-103 (2015)
3. M. Delgado, M. Porter, S. Stern, Journal of Economic Geography, 10, 4 (2010)
4. C. Ketels, O. Solvell, Innovation Clusters in the 10 NewMember States of the European Union (Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2006)
5. C. Ketels, O. Memedovic, International Journal of Technological Learning, Innovation and Development, 1, 3 (2008)
6. Lingaitis L.P., Mjamlin S, Baranovsky D, Jastremskas V. Prediction methodology of durability of locomotives diesel engines. Eksploatacja i Niezawodnosc – Maintenance and Reliability 2012; 14 (2): 154–159.
7. Liang, X.D.; Zhang, W.W.; Chen, L.; Deng, F.M. Sustainable Urban Development Capacity Measure – A Case Study in Jiangsu Province, China. Sustainability 2016, 8, 270.
8. Zhou, J.Y.; Shen, L.Y.; Song, X.N.; Zhang, X. Selection and modeling sustainable urbanization indicators: A responsibility-based method. Ecol. Indic. 2015, 56, 87–95.
9. Huang, L.; Yan, L.J.; Wu, J.G. Assessing urban sustainability of Chinese megacities: 35 years after the economic reform and open-door policy. Landsc. Urban Plan. 2016, 145, 57–70.
10. Mori, K.; Yamashita, T. Methodological framework of sustainability assessment in City Sustainability Index (CSI): A concept of constraint and maximization indicators. Habitat Int. 2015, 45, 10–14.
11. Afanas'yeva O.K. Arkhitektura maloetazhnykh zhilykh domov s vobnovlyayemyimi istochnikami energii. Avtoreferat dis. kand. arkh. Moskva, 2009. - 20 s.
12. Molodkin S.A. Printsipy formirovaniya arkhitektury energoeffektivnykh vysotnykh zdaniy. Dis. kand. arkh. Moskva, 2007. - 142 s.
13. Tetior A.N. Gorodskaya ekologiya: ucheb. posobiye dlya vuzov / A.N.Tetior.- M.: Izdatel'skiy tsentr «Akademiya», 2006. - 336 s.
14. Tetior A.N. Ekologichnaya arkhitektura i ekologichnaya krasota zdaniy i goroda / A.N.Tetior // Zhilishchnoye stroitel'stvo. - 2001. - № 12. - S. 14- 17.
15. Belyayev V.S., Khokhlova L.P. Energoberegayushchiy zhiloy dom. - Moskva, 1991. - 255 s.
16. Shirokov Ye.I. Ekodom nulevogo energopotrebleniya - real'nyy shag k ustoychivomu razvitiyu / Ye.I. Shirokov // Arkhitektura i stroitel'stvo Rossii. - 2009. - № 2. - S.35-39.

Modern constructions and energy saving technologies in residential construction

Moradi Pour Omid, S. V. Semka

Abstract. The article discusses the impact of modern structures on the energy efficiency of medium-rise housing in the context of the use of renewable energy sources (sun, wind, water and earth); with energy-saving technologies. At the same time, a general housing classification was carried out, in which a significant place in the research segment was determined - middle-level housing with equipment elements that meets the requirements of modern energy-efficient technologies.

Keywords: structures and materials, energy efficiency of housing, middle-rise housing, classification of residential buildings

CHEMISTRY

Ідентифікація та кількісне визначення пестицидів у
судово-медичній практиці

І. М. Пуховська*, О. О. Цехоцький

Миколаївське обласне бюро судово-медичної експертизи Миколаївської обласної ради, м. Миколаїв, Україна

*Corresponding author. E-mail: puhovskayairina2016@gmail.com

Paper received 06.06.19; Accepted for publication 18.06.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-200VII24-04>**Анотація.** У роботі розглядаються основні методи ідентифікації та кількісного визначення пестицидів у судово-медичній практиці і можливість вибору методу, в залежності від поставленого завдання перед токсикологами.**Ключові слова:** пестициди, біологічний матеріал, тонкошарова хроматографія, високоефективна рідинна хроматографія.

Вступ. Актуальність теми полягає у тому, що на теперішній час пестициди використовуються без урахування природно-кліматичних особливостей підлягаючих обробці територій, порушуються регламенти використання пестицидів, не дотримуються відповідні міри безпеки при роботі з пестицидами. Населення в цілому - тобто люди, які не проживають в районах застосування пестицидів, - піддається впливу пестицидів в результаті вживання в їжу продуктів харчування і води, що містять ці хімічні речовини в значно меншій, залишкової концентрації – це призводить до трагічних випадків.

Для вивчення взаємодії отрути з організмом важливе розуміння процесів токсикодинаміки і токсикокінетики отрути. Токсикодинаміка відображає вплив отрути на різні структури і функції організму, механізми його специфічної дії і «вибірчої токсичності», тобто здатності пошкоджувати певні клітини або структури і порушувати їх функції. Токсикокінетика характеризує шляхи надходження та розподілу отрути, його біотрансформацію та виведення з організму.

Класифікація пестицидів за хімічною природою.

За хімічною структурою розрізняють пестициди: хлорорганічні, фосфорорганічні, ртутьорганічні, миш'яковмісні, похідні мочевини, ціаністи сполуки, похідні карбонітової, тіо- і дитіокарбонітової кислот, препарати міді, похідні фенолу, сірки та її похідних.

Хлорорганічні (гексахлоран, хлоридан, поліхлорпілен та інші)-в складі яких присутні атоми хлору. Ці з'єднання характеризуються токсичною дією на клітинні елементи внутрішніх органів. В результаті чого порушується робота всіх внутрішніх органів. Смерть може настати через кілька годин після впливу речовин на людину на фоні явлення токсичного енцефаліту.

Фосфорорганічні (тіофос, карбофос, меркаптофос, хлорофос та інші) – які вміщують у своєму складі фосфор. Вони пригнічують дію фермента холінестерази, тим самим порушують процеси передачі нервових імпульсів через з'єднанні елементи нервових волокон. Порушення інервації внутрішніх органів, які призводять до порушення їх функцій. Смерть від дії фосфорорганічних з'єднань настає на прикінці перших суток після отруєння.

Мідьовмісні з'єднання (сульфат міді, бордоська рідина та інші) при контакті з тканинами виявляють

пропалюючу дію. В результаті їх дії на внутрішніх органах розвиваються дистрофічні зміни. Смерть настає на 3-4 добу [1].

Класифікація за направленням використання.

В залежності від призначення отрутохімікати розділяються на декілька груп, коротка характеристика деяких з них наводиться нижче.

- 1) Акарициди - для боротьби з кліщами.
- 2) Альгициди - для знищення водоростей та інших представників водної рослинності.
- 3) Арборициди - для знищення небажаної деревинної та чагарникової рослинності.
- 4) Бактерициди - для боротьби з бактеріями і бактеріальними хворобами.
- 5) Гербіциди - для боротьби з сорними рослинами.
- 6) Зооциди (родентициди) - для боротьби з гризунами.
- 7) Інсектициди - для знищення шкідливих комах.
- 8) Лімбациди (моллюскоциди) – для боротьби з моллюсками.
- 9) Нематоциди – для боротьби з круглими червами (нематодами).
- 10) Фунгіциди – для боротьби з хворобами рослин.

До числа отрутохімікатів відносяться і інші речовини, що використовуються для стимуляції росту рослин, видалення листя (дефоліанти), для підсушування рослин перед збиранням врожаю (десиканти), а також ті що використовуються для відлякування комах (репеленти) чи для їх приваблювання (атрактанти) [3].

Особливу актуальність гострі та хронічні отруєння придбали в останні десятиліття внаслідок накопичення в навколишньому середовищі величезної кількості різних хімічних препаратів - більше 5 млн найменувань. Близько 60 тис. препаратів використовується безпосередньо в побуті у вигляді харчових добавок (5500 найменувань), лікарських засобів (4000 найменувань), пестицидів (1500 найменувань), препаратів побутової хімії, косметичних засобів та ін. [4].

Мета даної роботи – правильність вибору методу аналізу в залежності від поставленої задачі - встановлення факту отруєння, чи визначення залишкової кількості пестицидів в харчових продуктах.

Матеріали та методи. Дослідження проводилися відносно біологічного матеріалу 16 людей, які загинули в наслідок отруєння пестицидами та відносно харчових продуктів (рослинна олія) 12 зразків, на наяв-

ність залишкової кількості пестицидів. Розглядалися «Висновки експертів» щодо отруєння пестицидами. Для виявлення пестицидів у біологічному матеріалі застосовувалися хроматографічні пластинки silicaGel 60 F₂₅₄, товщина шару – 0,25мм Merck розмір 10x10. Для визначення залишкової кількості пестицидів у харчових продуктах використовувалися хроматографи: Кристал – 2000 (газова хроматографія) та Agilent 1260 Infinity (високоєфективна рідинна хроматографія). «Висновки експертів».

Результати та їхнє обговорення. *Принцип методу ТЛХ* полягає у розділенні не однаково властивих, що розділяються органічних речовин до нерухої фази та стаціонарного сорбенту. Отримані очищені екстракти наносилися на хроматографічні пластини, які поміщалися у камеру насичену системою розчинників, які виконують роль рухої фази.

Під дією капілярних сил розчинник рухається вздовж шару сорбенту і з різною швидкістю переносять компоненти суміші, що призводить до їх розділення. Пластинки імпрегнуються розчинниками. На пластинках проявлялися кольорові плями; за кольором, формою плям і величиною R_f, що є характеристикою природи компонента - ідентифікували пестициди [2].

Визначення залишкових кількостей пестицидів у воді, ґрунті та харчових продуктах відноситься до найважливіших завдань екологічної, токсикологічної та аналітичної хімії. З іншого боку, неможливо розробити просту і універсальну методику для виділення і поділу, наприклад, всіх класів органічних пестицидів. Більш того, часом виникають труднощі при розділенні суміші пестициду і продуктів його розкладання.

Для визначення залишкових кількостей пестицидів в об'єктах зовнішнього середовища а харчових продуктах необхідно мати точні, чутливі і специфічні методи. Все ширше до аналізу пестицидів залучаються фізико-хімічні методи аналізу – газова хроматографія та рідинна хроматографія.

Газова хроматографія – універсальний метод розділення сумішей різноманітних речовин, що випаровуються без розкладання. При цьому компоненти суміші, що розділяється пересуваються по хроматографічній колонці з током інертного газу (газ-носії). Суміш, що розділяється багаторазово розподіляється між газом-носієм (рухома фаза) та не летючою нерухою рідкою фазою, нанесений на інертний матеріал (твердий носій), яким заповнена колонка. Принцип розподілення – неоднакова спорідненість органічних речовин до летючої рухої фази і стаціонарній фазі в колонці. Компоненти суміші селективно утримуються не рухою фазою, а потім виходять з колонки і реєструються детектором. Сигнал детектора записується у вигляді хроматограми автоматичним потенціометром (самописцем) або реєструється на екрані комп'ютера. Ефективність розподілення суміші зростає з збільшенням числа елементарних актів розподілення речовин між рухою та не рухою фазами [5,6].

Однак чільне місце серед них має високоєфективна рідинна хроматографія (ВЕРХ). Використання ВЕРХ дозволяє розробити методику визначення пестицидів з достатньою для практичних цілей чутливістю.

Високоєфективна рідинна хроматографія (ВЕРХ) – це метод розділення речовин, у якому рухою фазою

є рідина, а нерухою фазою є тонкодисперсна тверда речовина, або рідина, нанесена на твердий носій, або твердий тонкодисперсний носій, хімічно модифікований введенням органічних груп. Розділення речовин у рідинній хроматографії базується на механізмах сорбції, розподілу, іонного обміну або розділення за розмірами молекул. Розділення відбувається у колонці рідинного хроматографа, до якої під високим тиском подається рідина. Це дозволяє розділяти складні суміші речовин швидко і повно (середній час аналізу від 3 до 30 хвилин) [7].

Рідинний хроматограф складається з системи подачі рухої фази, блока вводу проби, хроматографічної колонки, детектора і реєструючого пристрою. Рухома фаза зазвичай подається під тиском із однієї або декількох ємностей і протікає через блок вводу проби, колонку, а потім через детектор із заданою швидкістю. Сигнал від детектора перетворюється, підсилюється і реєструється у вигляді хроматограми, аналогічно до хроматограми у газовій хроматографії.

Для вводу проби використовують петлеві дозатори, спеціальні мікрошприци або систему автоматичного пробовідбору.

Рідинний хроматограф – це складніший ніж газовий хроматограф прилад. Це пов'язано з тим, що система подачі елюента містить деякі додаткові вузли: систему дегазації, пристрій для створення градієнту, насоси та вимірювачі тиску. Насоси повинні забезпечити швидкість потоку від 0,1 до 10 мл/хв при тиску до 400 атм.

Температуру хроматографічної колонки підтримують постійною. Склад рухої фази може або залишатись постійним протягом всього аналізу (*ізократичне елюювання*), або може змінюватись відповідно до заданої програми (*градієнтне елюювання*) [8].

ВЕРХ звичайно використовують прямі колонки довжиною 10, 15, 25 см з внутрішнім діаметром 4-5,5 мм. У мікроколонкових хроматографах використовують колонки довжиною 5-6 см і діаметром 1-2 мм. Колонки виготовляють зі скла або нержавіючої сталі (рис. 1.).

Колонки заповнюють частинками сорбенту або твердого носія, на поверхню частинок якого нанесена тонка плівка рідкої нерухої фази. Розмір частинок твердого носія становить 5-10 мкм. Твердий носій готують з поверхнево-пористих матеріалів – силікагелю з привитими на поверхні різними функціональними групами, алюмогелю, пористих стекел, полімерних сорбентів тощо.

Рідка нерухома фаза, нанесена на поверхню твердого носія, становить 0,75-1,5 % від маси твердого носія. Звичайно для розділення полярних речовин використовують полярні нерухомі фази і малополярні рухомі фази. Неполярні речовини ділять на неполярних нерухомих фазах з використанням полярних рухомих фаз. Рідкими нерухомими фазами служать речовини різної хімічної природи: гліколі, нітрили, силікони тощо.

У ВЕРХ використовують як нормально-фазовий, так і обернено-фазовий варіанти. У першому випадку полярність нерухої фази вища за полярність рухої фази, у другому, навпаки, полярність нерухої фази є нижчою від полярності рухої фази.

Для безперервного контролю складу елюату, який витікає з колонки, у рідинній хроматографії звичайно використовують диференційні рефрактометри, фото-

метричні, УФ-спектрофотометричні, люмінесцентні і кондуктометричні детектори.

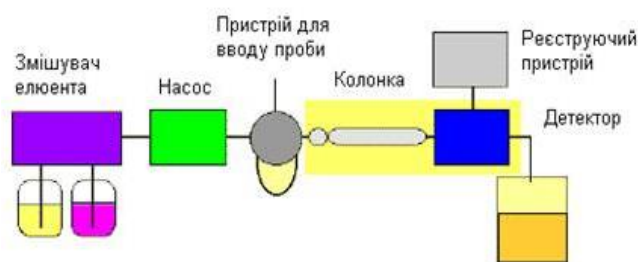


Рис. 1. Схема будови рідинного хроматографа

Диференційний рефрактометр – це універсальний детектор. Він дозволяє визначити загальний показник заломлення системи проба-елюент, тобто сигнал дають усі компоненти, показник заломлення яких відрізняється від показника заломлення елюенту. Його чутливість $\gg 10^{-6}$ г, діапазон лінійності становить 4 порядки. Цей детектор чутливий до зміни температури, тому вимагає термостатування.

УФ-детектор – працює при одній і тій же довжині хвилі, що відповідає найбільш інтенсивній лінії ртутної лампи низького тиску $\lambda=253,7$ нм. Флуоресцентна приставка дозволяє збуджувати випромінювання з $\lambda=280$ нм. УФ-детектор найбільш чутливим є у випадках, коли молярні коефіцієнти світлопоглинання компонентів високі, а елюент не поглинає в ультрафіолетовій області спектру. У такому випадку можна використовувати метод градієнтного елюювання. При $\lambda=254$ нм є можливість визначати будь-які ароматичні сполуки, більшість кетонів та альдегідів ($\epsilon=20\text{-}10^4$). УФ-детектор селективний, дає можливість визначити 10^{-9} г, його діапазон лінійності $\gg 5$ порядків.

Фотометри та спектрофотометри дають можливість працювати при будь-якій довжині хвилі (190-650 нм), вони реєструють зміну поглинання в часі при певній довжині хвилі або в зупиненому потоці елюенту знімають спектр. Швидкозаписуючий спектрофотометр записує всю спектральну область за 20с. Спектрофотометричний детектор з лінійкою із 211 діодів на підкладці із кремнію дає можливість вимірювати одночасно велику кількість смуг поглинання у вузькому інтервалі довжин хвиль. Отриману інформацію обробляє комп'ютер і зберігає в пам'яті для побудови графіка. Флуоресцентні детектори чутливіші від спектрофотометричних приблизно у сто разів. Їх застосовують для визначення мікродомішок.

Ідентифікацію речовин у ВЕРХ звичайно проводять одним із таких способів:

- порівняння часу утримання речовини, що досліджується у випробовуваній пробі і розчині порівняння. Розчин порівняння – це розчин чистої досліджуваної речовини, присутність якої передбачається у випробовуваній пробі.

- порівняння відносного часу утримання аналізованої речовини у випробовуваній пробі і розчині порівняння. Відносний час утримання – це відношення часу утримання аналізованої речовини до часу утримання речовини, взятої за стандарт;

- порівняння хроматограми випробовуваної проби з хроматограмою розчину порівняння або хроматограмою, наведеною у окремій статті.

Найчастіше використовують перший спосіб. Другий спосіб доцільно використовувати, якщо умови хроматографування є важко відтворюваними. Третій спосіб доцільно застосовувати для препаратів рослинного і тваринного походження.

Кількісне визначення проводять методом абсолютного калібрування та методом внутрішнього стандарту.

Абсолютне калібрування. Цей метод полягає у побудові калібрувального графіку залежності площі піків досліджуваної речовини від її вмісту (концентрації) в пробі. Для цього готують ряд стандартних розчинів з різною концентрацією досліджуваної речовини (не менше 5 розчинів кожної концентрації) і аналізують на хроматографі. Для кожного значення концентрації розраховують середнє значення площі піків і будують градувальний графік - графік залежності площі хроматографічного піку досліджуваної речовини від концентрації або вмісту цієї сполуки у розчині. Після цього у тих самих умовах хроматографують досліджувану пробу з невідомою концентрацією (декілька паралельних досліджень), вимірюють площу піку досліджуваної речовини і розраховують середні значення площі піків. За градувальним графіком знаходять концентрацію аналізованої речовини у випробовуваному розчині.

Метод внутрішнього стандарту. Цей метод полягає у внесенні до розчину досліджуваної речовини внутрішнього стандарту. Внутрішній стандарт (речовина-стандарт) – це, як правило, близька за хімічною структурою до досліджуваної речовини сполука, пік якої на хроматограмі знаходиться поруч з піком досліджуваної речовини.

Градувальним графіком цього методу є графік залежності відношення площі піків досліджуваної речовини до площі піків внутрішнього стандарту від вмісту (концентрації) досліджуваної речовини в пробі. Для цього готують ряд стандартних розчинів з різною концентрацією досліджуваної речовини (не менше 5 розчинів кожної концентрації) і однакової концентрації внутрішнього стандарту. З цих розчинів готують проби змішуванням однакових об'ємів розчинів досліджуваної речовини і внутрішнього стандарту, які аналізують на хроматографі. Для кожного значення концентрації розраховують середнє значення площі піків і будують градувальний графік - графік залежності відношення площі піків досліджуваної речовини і внутрішнього стандарту від концентрації або вмісту досліджуваної речовини у розчині. Для випробовуваного розчину пробу готують аналогічно. За градувальним графіком знаходять концентрацію аналізованої речовини у випробовуваному розчині.

Дані, отримані в результаті аналізу методом ВЕРХ, представляють, вказуючи, звичайно, наступні характеристики: розміри хроматографічної колонки і матеріал, з якого вона виготовлена, тип нерухомої фази, розмір частинок нерухомої фази, температуру колонки, швидкість і склад рухомої фази, тип детектора.

Обов'язковою умовою є попередня перевірка придатності хроматографічної системи для розділення досліджуваної суміші, зокрема:

- відносні часи утримування досліджуваних речовин мають бути близькими до зазначених у методиці величин;

- число теоретичних тарілок (ефективність хроматографічної системи), розраховане за зазначеним піком, має бути не меншим зазначеної величини;

- коефіцієнт розділення зазначених піків, розрахований з хроматограм розчину порівняння, має бути не менше зазначеної величини;

- відносне стандартне відхилення, розраховане для висоти або площі зазначеного піка або їхніх відношень до висоти або площі піка внутрішнього стандарту з хроматограм розчину порівняння, має бути не більше зазначеної величини; для розрахунку відносного стандартного відхилення використовують дані звичайно п'яти паралельних хроматограм.[9]

Дослідження проводилися на базі Миколаївського обласного бюро судово-медичної експертизи, у відділі судово-медичної токсикології.

За допомогою методу ТШХ було виявлено у біологічному матеріалі шести об'єктів – метафос; у 7 – фосфамід; у 4 – хлорофос; у 3 – фталофос; у 2 – фосфід цинку. Згідно ідентифікованих пестицидів, поводитись кількісні визначення вмісту пестицидів. При подальшому порівнянні вмісту пестицидів з смертельними рівнями, було з'ясовано, що зазначені рівні перевищено

у декілька разів. При аналізі показників резорбційних органів (шлунок, легені) встановлено два шляхи потрапляння пестицидів до організму. У 10-ти об'єктів потрапляння відбулося через шлунок, у 6-ти об'єктів – через дихальні шляхи.

Методами ГХ та ВЕРХ виявлені залишкові кількості пестицидів тіаметоксаму та карбендазіму у кількості, що не перевищує ГДК у рослинній олії [10,11].

Висновки. Для ідентифікації та кількісного визначення пестицидів у судово-медичній практиці існує три загальноприйнятих методи – ТШХ, ГХ, ВЕРХ.

Беручи до уваги той факт, що в організмі людини присутність пестицидів не можлива, при дослідженні біоматеріалу людей, які померли в наслідок отруєння пестицидами, достатньо ідентифікації пестицидів.

При дослідженні харчових продуктів, пестициди ідентифікуються і визначається їх залишкова кількість. Для таких досліджень необхідні фізико-хімічні методи.

Для ідентифікації пестицидів біологічному матеріалі найдоцільніше використовувати метод ТШХ.

При визначенні залишкової кількості пестицидів у харчових продуктах використовують високочутливі методи – ГХ та ВЕРХ.

Заздалегідь продуманий та проаналізований вибір методу дослідження, надасть можливість подальшого підвищення якості судово-медичних досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рубцов А.Ф. Смертельные отравления / Рубцов А.Ф. //Судебно – медицинская экспертиза. – 1975. -№4. – С. 4 – 26.
2. Крамаренко В.Ф. Анализ ядохимикатов / В.Ф.Крамаренко, Б.М.Туркевич. – Москва: Химия, 1978. – 264с.
3. Завальнюк А.Х. Отрути та отруєння судово – медичний аспект: [монографія] /Завальнюк А.Х., Кривда Г.Ф., Юхимець І.О. – Одеса: Астропринт, 2009. – 256с.
4. Голиков С.Н. «Актуальные проблемы современной токсикологии» //Фармакология Токсикология – 1981 №6. – с.645 – 650
5. Крамаренко В.Ф. Химико-токсикологический анализ: - Киев: Вища школа, 1982. – С. 448
6. Шингдер М. Газовая хроматография в практике: Химия, 1964. – С. 355
7. Высокоэффективная жидкостная хроматография: Монография/ Под редакцией В.В.Болотова. – Х.: Оригинал, 2007. – 228с.
8. Спутник хроматографиста Методы жидкостной хроматографии. – Воронеж изд-во «Водолей». 2004. – 520с.
9. Долгоносов А.М, Рудаков О.Б., Прудковский А.Г. Колоночная аналитическая хроматография: практика, теория, моделирование: Монография. – 2-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 468с.:ил. – (Учебник для вузов. Специальная литература).
10. ГОСТ 1129-93 Масло подсолнечное технические условия (с Изменением №1, с Поправкой)
11. МУК 4.1.2076-4.12088-66 Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды

REFERENCES

1. Rubtsov A.F. Mortal poisoning / Rubtsov AF //Forensic-medical examination. - 1975. -№4. - P. 4 - 26.
2. Kramarenko V.F. Analysis of pesticides / V.F. Kramarenko, B.M.Turkevich. - Moscow: Chemistry, 1978. - 264s.
3. Zavalniuk A.Kh. Take off that ship - medical aspect: [monograph] / Zavalniuk A.Kh., Krivda GF, Yuhimets I.O. - Odesa: Astroprint, 2009. - 256s.
4. Golikov S.N. "Actual problems of modern toxicology" // Formacology Toxicology - 1981 №6. - p. 645 - 650
5. Kramarenko V.F. Chemical-toxicological analysis: - Kiev: Vishcha school, 1982. - P. 448
6. Shinger M. Gas chromatography in practice: Chemistry, 1964. - p. 355
7. High performance liquid chromatography: Monograph / Edited by V.V.Bolotov. - H. : Original, 2007. - 228с.
8. Satellite chromatographist Methods of liquid chromatography. - Voronezh publishing house "Aquarius". 2004. - 520s.
9. Dolgonosov A.M., Rudakov OB, Prudkovsky A.G. Column analytical chromatography: practice, theory, modeling: Monograph. - 2nd ed., Corr. - SPb. : Lan publishing house, 2015. - 468s. II. - (Textbook for universities. Special literature).
10. GOST 1129-93 Sunflower oil technical conditions (as amended by №1, as amended)
11. MUK 4.1.2076-4.12088-66 Determination of residual amounts of pesticides in food products, agricultural raw materials and environmental objects

Identification and quantification of pesticides in forensic medicine practice

I. N. Pukhovska, O. A. Tsekhotsky

Abstract. The paper considers the main methods of identification and quantitative determination of pesticides in medical practice and the possibility of choosing a method, depending on the task assigned to toxicologists.

Keywords: pesticides, biological material, TLC, high-efficiency liquid chromatography.

INFORMATION TECHNOLOGY

Information Technology for Analysing and Forecasting Time Series with Fractal Properties on the Basis of Linguistic Modelling

Y. A. Nedashkovskiy

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Corresponding author. E-mail: e.niedaszkowski@yandex.ua

Paper received 06.05.19; Accepted for publication 20.05.19

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-200VII24-05>

Abstract. The research paper proposes and determines the effectiveness of information technology for analyzing and forecasting time series with fractal properties based on linguistic modelling. The information technology for analyzing and forecasting time series with fractal properties based on linguistic modelling is superior to its competitors/analogues and confirms the high quality of development with the possibility of implementing the system when required.

Keywords: *information technology, analysis, forecasting, financial time series, linguistic modelling, fractal properties.*

Introduction. Modern economic theory, having undergone a complex evolution, differentiating into a multitude of schools and directions, consistently reproduced a significant difference in approaches to forecasting. From the 60's of the 20th century to date, the structure of the economy of the developed countries and methods of econometric analysis have undergone fundamental changes [1]. The linear approach to the analysis of economic systems becomes irrelevant and ineffective due to the fact that modern economic processes are not in a state of strict determination, self-regulation, clear certainty. It is not able to reflect the behaviour of the economy in conditions of uncertainty, instability and imbalance. Therefore, the topical issue of the introduction of mathematical apparatus into the process of modelling arises.

The economic field is characterized by phenomena that evolve and fluctuate in time. Over time, prices, economic conditions, the flow of a particular production process change. The set of measurements of this kind of indicators over a period of time is a time series [2].

Since the beginning of the 21st century, the issues of the natural language and speech modelling have become topical in the studies of many scholars, which is due, first of all, to the rapid development of applied linguistics [3, 4]. There was also an increase in the number of linguistic models to solve the main practical issues in various spheres of application. The term "model", in the context of linguistic modelling, is understood as the typical model construction, which represents the standard [4].

The scale of the concept of "model" is due to different branches of linguistics, as well as to the different volume of material that needs to be modelled. Analyzing the conducted research of A.F. Losev [3], 27 main linguistics-related meanings were singled out as of the beginning of the 60's. In the modern scientific world, the concept of "model" is interpreted in different interpretations, which differ slightly from one another. It should be noted that it is necessary to agree with A.F. Losev, who noted that "any model is a structure, but not every structure is a model" [3]. This is a generalization of the fact that when exploring the structure, type, paradigm, an idea arises that a certain class of objects that is not always a model is behind each concept.

The possibility of modelling is based on the fact that

the model, in some sense, reflects any properties of the original, therefore, the relevant theories that would indicate the limit of permissible simplifications is important in the process of modelling. As we see, the essence of modelling is to replace the original object with its model, while preserving only the essential properties of this object in it, which makes the modelling method relatively limited in its capabilities, but rather objective in obtaining results. Thus, the tasks of modelling include the construction of models, their study and verification in the process of proving the veracity of knowledge [9].

The mechanism of constructing a model of dynamic processes that may have fractal properties of the use of linguistic modelling is described in [10]. The very process of constructing a linguistic model based on the time series of a dynamic process is described in [11].

Fractal behaviour is revealed in time characteristics of processes and phenomena occurring in media with a self-similar structure. Fractal time series are a whole class of fractal curves, widely used in describing and modelling a variety of phenomena. They describe such phenomena that seemingly have nothing in common: the Brownian motion, the behaviour of the exchange rate in the financial markets, the change in water level in lakes and rivers, etc.

The use of fractals in the modelling of time series, in particular, such a characteristic of the time series as fractal dimension, allows determining the moment in which the system becomes unstable and ready to move to a new state.

Materials and methods of research. Financial time series demonstrate a high degree of nonlinear variability, especially at high frequencies, and often demonstrate fractal properties. When the fractal dimension of the time series equals zero, this is due to two characteristic features: fractal processes reveal heterogeneity - high probability of extreme or distant fluctuations, usually with irregular intervals; fractal processes also demonstrate the symmetry of exposure - the proportionality of the relations between the vibrations at different fluctuations.

The signs of fractality in the financial markets do not imply a chaotic behaviour that resembles a coincidence generated by a small number of deterministic equations. Fractality in large-scale multidimensional systems, such as financial markets, is stochastic [12]. This type of fractality usually occurs as a result of multiplicative interac-

tions between two or more stochastic processes.

Most of the modern literature on nonlinear variability [13-15] in the financial markets was based on the diffusion of volatility with a multitude of random factors. Volatility diffusers with a multiplicative relationship between stochastic factors tend to generate fractality.

At large distances, the financial series can be modelled using structural equations, which are not fractal, as a rule. In this sense, it is reasonable to characterize economic time series as a manifestation of fractal properties on short horizons, but with asymptotic similarity to equilibrium. In some cases, the basic structural equations also give rise to fractality [16].

The clearest example is the exchange rate which is most likely conditioned by differentials in real rates of return. Let X_t be the exchange rate, I_t be the interest rate, e - waiting count, ε_t - the residual component of the financial time series, F - the foreign currency. The structural equation has the following form:

$$X_t = \omega_0 + \omega_1 X_{t-1} + \omega_2 [(I_t - \pi_1^e) - (I_{Ft} - \pi_{Ft}^e)] + \varepsilon_t. \quad (1)$$

As noted in [17], the adoption of coefficients of stochastic processes can lead to nonlinear variability. On this basis, the expression $[(I_t - \pi_1^e) - (I_{Ft} - \pi_{Ft}^e)]$ involves fractal behaviour. In addition, nominal and real interest rates can also be fractal, so the difference in the real rates of return is in itself the difference between two independent fractal processes.

The methodology of time series modelling is based on the decomposition of a time series into components and modelling of the values of each component separately. In the framework of this study, it is proposed to apply aggregation to each row, that is, the decomposition of a series into short intervals whose values are similar by any sign. From the standpoint of mathematical science, aggregation is considered as the transformation of the original model into a model with a smaller number of variables and constraints, which gives an approximate (in comparison with the original) description of the investigated process or object.

The main factor in the study of the fractal structure of financial time series is the finding of fractal indicators within the series under study. In [18], it is proved that the fractal dimension is close to 1.5 ($\mu = 0,5$) is valid only for 15-25% of the financial time series, which is an unsatisfactory indicator; the remainder of the time behavior of the series differs significantly from the Brownian motion. This fact is due to the fact that the sections of abnormal behaviour have a short duration. At the same time, large-scale data arrays (from several hundred to several thousand points) are required for normality validation by standard methods. There will be a large number of sections with different behaviours within the interval used to validate normality by standard methods. When calculating the test values, the characteristics of persistent and anti-persistent sections are compensated and the final values will be close to normal.

On the basis of the foregoing, let N be the number of events, L - a characteristic length, and D - the fractal dimension; let's fix the value for the financial time series $D = 1$.

Probabilistic measure of dimension is determined using the formula:

$$[N(|Y_t - Y_{t-1}|) > L/N(|Y_t - Y_{t-1}|)]/L.$$

The proportion of observations lying outside the L threshold for the total sample varies depending on:

$$[N(|Y_t - Y_{t-1}|) > L/N(|Y_t - Y_{t-1}|)] \approx L^d, \quad (2)$$

where asymptotic equality is designated as \approx . In this sense, dimension is a measure of entropy or randomness.

The measurement varies according to the threshold, and therefore is often measured as an asymptotic limit as the threshold approaches zero. The modification of this method is the estimation of the average heterogeneity of the process, using the codimension C , the result of which is the difference between the dimension of the enclosure d and the fractal dimension D :

$$C = D - d. \quad (3)$$

If $C \neq 0$, the process is called fractal.

At low degrees of fractality (close to zero) the process is more homogeneous: there are few extreme fluctuations. Conversely, more extreme events or fluctuations beyond the threshold are characteristic of higher values of C . The process becomes less homogeneous, shorter, rarer, and more volatile.

The relations between codimension and symmetric scaling are set by the following equations in which τ is a time scale from 1 to T , where T is the largest time scale; μ is the index; q is a series of scaling indicators. The scaling symmetry has the following form:

$$\mu(|Y_t - Y_{t-1}|^q) \approx [\mu(|Y_t - Y_{t-1}|^q)] [(\tau/T)^\zeta(q)], \quad (4)$$

where ζ - a function that includes three parameters C_1, H, α :

$$\zeta(q) = qH - \{[C_1/(\alpha - 1)](q^\alpha - q)\}, \text{ where } \alpha \neq 1, \quad (5)$$

$$\zeta(q) = qH - (C_1 q \ln q), \text{ where } \alpha = 1. \quad (6)$$

The parameter C_1 is the encoding associated with sample size scaling. When $C_1 = 0$, $\zeta(q)$ is a linear trend. When $C_1 \neq 0$, the curvature of the axis $\zeta(q)$ depends on the codimension and probability distribution. The coefficient α characterizes the probability distribution. The case $\alpha = 2$ corresponds to the Gaussian distribution, while $\alpha = 1$ corresponds to the Cauchy distribution. Most economic processes show $1 < \alpha < 2$. In this case, the distribution has heavier tail areas than the standard norm, and variance changes over time. An interesting property of the series, both $1 < \alpha < 2$ and $0 < C_1 < 1$, is that integration usually does not lead to smoothing. Instead, the integral will show discrete jumps.

The coefficient H characterizes the fractality index, that is, the decreasing value when the delay between two identical pairs of values in the time series increases. The designation H actually derives from the Hurst exponent, or the recalled range factor [17]. However, in this framework, H is rated as one of a series of scaling factors. This statistics is related to the additive constant integration order. For the process $I(0)H = 0,5$. For a nonstationary process, the integration order can be restored by evaluating the pace of change [19]. This method is reliable both for nonlinearity and for fractional integration orders.

Results. The object of research is a time series of the following type: $\{\tilde{X}(x)\}(x = 1 \div t)$,

where $\tilde{X}(x)$ is a time series with fractal properties, which is characterized by the tuple:

$$\left\{ k_j^x / \mu(k_j^x) \right\}, \mu(k_j^x) \rightarrow [0,1], j = 1 \div J, \quad (8)$$

The initial data is given in Figure 1. The total data vol-

ume is 53,208 items.

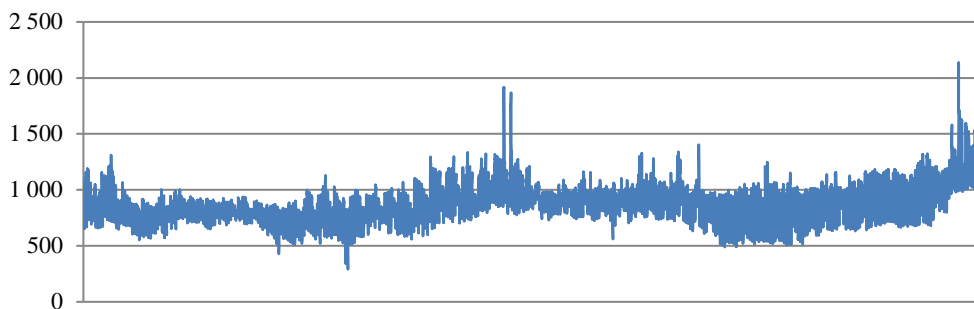


Fig. 1. Distribution chart of the time series with fractal properties

Let the value of the linguistic variable (term) according to the set be:

$$U = \{0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1\},$$

consequently:

V – high, then: $\mu_v(u) = u, u \in U;$

BV – higher, then: $\mu_{bv}(u) = \sqrt{u}, u \in U;$

DV – very high, then: $\mu_{dv}(u) = u^2, u \in U;$

ZV – too high, then: $\mu_{zv}(u) = \begin{cases} 1, & u = 1, \\ 0, & u < 1, \end{cases} u \in U;$

N – low, then: $\mu_n(u) = 1 - u, u \in U;$

BN – lower, then: $\mu_{bn}(u) = \sqrt{1 - u}, u \in U;$

DN – very low, then: $\mu_{dn}(u) = (1 - u)^2, u \in U;$

ZN – too low, then: $\mu_{zn}(u) = \begin{cases} 0, & u = 1, \\ 1, & u < 1, \end{cases} u \in U.$

On the basis of the formation of consolidated sets, with respect to weight of the time series with fractal properties within the time distribution, according to the expressions $e_k(k = 1 - 7)$, the corresponding values will have the following form (Figure 2).

The value of k of the given time $A_k (k_{2012 \div 2018} = 1 \div 7)$ can be found using the following compositional rule:

$$A_k = G_k \circ R (k_{2012 \div 2018} = 1 - 7), \tag{9}$$

where G_k is a reflection of the decomposition in the form of a fuzzy subset.

A_k is a fuzzy interpretation of the k^{th} given time series with fractal properties in accordance with the vector $(0; 0,1; 0,2; \dots; 1)$.

As a result of the analysis of time series with fractal properties, an analogue of the considered time series is obtained, which is presented in Table. 1

The next step is to determine a set of each individual level:

$$A_\alpha = \{u | \mu_A(u) \geq \alpha, u \in U\}, \tag{10}$$

and the average number of elements in the time series with fractal properties:

$$M(A_\alpha) = 1/n \sum_{k=1}^n u_k, u_k \in A_\alpha.$$

For comparison, let's list the values obtained in the study of the developed system and the analogues accepted for consideration (Table 2) and carry out the analysis of the obtained data.

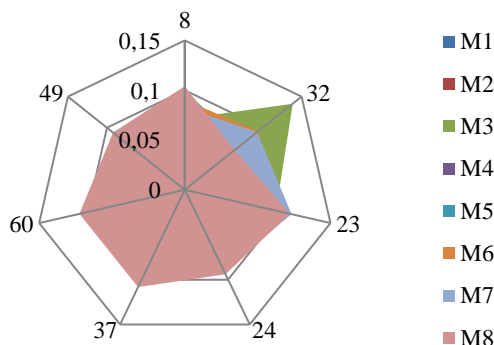


Fig. 2. Distribution chart of consolidated sets in relation to the weight of the time series with fractal properties

Table 1. The model of the time series with fractal properties

Value of the membership function	Year of the study						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0	0.01336	0.06154	0.06605	0.06197	0.05911	0.02490	0.09856
0.1	0.02943	0.07104	0.13332	0.08033	0.08209	0.10539	0.09838
0.2	0.04637	0.06262	0.06776	0.07003	0.09687	0.11207	0.10367
0.3	0.04224	0.0382	0.00388	0.03881	0.08680	0.08037	0.09490
0.4	0.06240	0.06202	0.07227	0.07266	0.08378	0.10092	0.10067
0.5	0.07584	0.04944	0.05809	0.05728	0.07753	0.08920	0.12964
0.6	0.04709	0.06536	0.06150	0.05959	0.09358	0.10662	0.12987
0.7	0.05853	0.05927	0.06629	0.07139	0.09045	0.10769	0.05897
0.8	0.03217	0.05248	0.08441	0.06972	0.05911	0.08540	0.06209
0.9	0.02905	0.04812	0.05445	0.06071	0.11357	0.09258	0.06308
1.0	0.06128	0.11871	0.07055	0.04853	0.10423	0.1089	0.10084
Analogue A_k	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7
Evaluation	0.452549	0.626222	0.071477	0.482427	0.086108	0.92193	0.04611

Discussion. The use of information technology for analyzing and forecasting time series with fractal properties will allow for a high level of forecasting, and consequently, the fullest possible realization of the capabilities of the analytical system. The study of the methods of

adaptive type showed that the Brown model only works with a small time horizon. The trend and seasonal changes are not taken into account. Information technology for analyzing and forecasting time series with fractal properties is universal and allows adapting the process of plan-

ning the forecast of financial time series to the level of development of the initial series.

Table 2. Results of the mathematical analysis

Factor	Automated system of analysis and forecasting of the financial time series linguistic modelling		Time series forecasting system Brown method		Time series forecasting system Holt method		Time series forecasting system Winters method		Automated system of analysis and forecasting of the financial time series	
	Average deviation	Variance	Average deviation	Variance	Average deviation	Variance	Average deviation	Variance	Average deviation	Variance
Efficiency	0.84	0.81	0.48	0.24	0.48	0.24	0.54	0.49	0.36	0.29
Innovation	0.42	0.21	0.48	0.24	0.48	0.24	0.48	0.24	0.42	0.21
Data and forecasting scope	0.84	0.96	1.4	3.6	1.12	2.09	1.2	2.4	1.44	2.61
Data categories	0.84	0.96	0.54	0.49	0.4	0.4	0.9	1.05	0.76	0.81
Priority	2.1	5.69	1.04	1.64	1.44	2.81	1.28	2.09	1.5	2.69
Ultimate solution level	0.84	0.96	0.6	0.6	0.4	0.4	0.82	1.01	0.84	0.96
State	0.42	0.21	0.48	0.24	0.42	0.21	0.5	0.25	0.42	0.21
Forecast quality factor	0.56	0.44	0.7	0.65	0.6	0.6	0.54	0.49	0.6	0.44
Client assessment	0.32	0.16	0.72	0.64	0.9	0.89	0.72	0.64	0.32	0.16

Conclusions. The paper identifies the effectiveness of information technology for analyzing and forecasting time series with fractal properties based on linguistic modelling.

According to the study, it is worth noting that the developed information technology for analyzing and forecasting time series with fractal properties based on linguistic modelling surpasses its competitors/analogues in terms of all indicators, indicating the high quality of the development and the possibility of implementing the system in real work when required.

The verification of the efficiency of information technology for analyzing and forecasting time series with fractal properties has confirmed, based on real data, the possibility of ensuring objectivity during forecasting. The use of information technology for analysis and forecasting of time series with fractal properties will allow ensuring a high level of forecasting with the fullest possible realization of the analytical system. The developed information technology for analysing and forecasting time series with fractal properties is universal and allows adapting the process of planning the forecast of financial time series to the level of the development of the initial series.

REFERENCES

- Valeev, S.G., Kuvaysova, Yu.E., Gubaidullina, S.A. (2008). Application of Multifractal Analysis in the Description of Time Series in Technology and Economics. *Bulletin of the Ulyanovsk State Technical University*, 2(42), 23-27.
- Peters, E. (2004). *Fractal Analysis of Financial Markets: Application of Chaos Theory in Investments and Economics*, Internet-Trading, Moscow, 304 p.
- Lovev, A.F. (2010). Introduction to the General Theory of Language Models. 3rd ed., Editorial URSS, Moscow, 296 p.
- Corpus Linguistics: Monograph / V.A. Shyrovkov, O.V. Buhaikov, T.O. Hriaznukhina, O.M. Kostyshyn, M.Yu. Kryhin; NAS of Ukraine, Dovira, Kyiv, 2005, 472 p.
- Selivanova, O.O. (2008). *Modern Linguistics: Directions and Problems*, Dovkillia-K, Poltava, 712 p.
- Povetkina, Yu.V. (2012). Modelling as a Method of Linguistic Research. *Philological Sciences. Problems of Theory and Practice*, 6,6, 132-137.
- Lukach, M.O. (2013). Types of Linguistic Models and Their Application for Solving Linguistic Problems. *Bulletin of the Lviv Polytechnic National University*, 770: Information Systems and Networks, 143-153.
- Povetkina, Yu.V. (2012). Modelling as a Method of Linguistic Research. *Philological Sciences. Problems of Theory and Practice*, 6, 132-137.
- Kravtsova, Yu.V. (2014). Modelling in Modern Linguistics. *Bulletin of the Zhytomyr Ivan Franko State University*, 5, 181-189.
- Baklan, I.V. (2015). Fractal Properties in the Linguistic Modelling of Dynamic Processes. *Bulletin of the Kherson National Technical University*, KhNTU, Kherson, 3(54), 210-213.
- Baklan, I.V., Nedashkivskiy, Ye.A. (2016). Linguistic Modelling of Time Series. NTUU "KPI", 11-14.
- Svetlov, K.V. (2016). Stochastic Methods of Analysis of the Market of Borrowings: Thesis for ... the Candidate of Economic Sciences: 08.00.13. St. Petersburg, 143 p.
- Liuu, Yu. (2007). *Methods and Algorithms of Financial Mathematics*, Binom, Laboratory of Knowledge, Moscow, 751 p.
- Borodin, A.N. (2012). *Random Processes*, Lan, Saint Petersburg, 640 p.
- Gibson, R., Lhabitant, F., Talay, D. (2010). Modeling the Term Structure of Interest Rates: A Review of the Literature. *Foundations and Trends in Finance*, 5, 1-2.
- Yarushkina, N.G., Afanasyeva, T.V., Prefileva, I.G. (2010). *Intelligent Analysis of Time Series: Tutorial*, Ulyanovsk: UIGTU, 324 p.
- Mandelbrot, B. (2004). *Fractals, Case and Finance, Izhevsk: SIC Regular and Chaotic Dynamics*, Moscow.
- Starchenko, N.V. (2006). Index of Fractality and Local Analysis of Chaotic Time Series. : Thesis for Candidate of Physics and Mathematics: 01.01.03: Defended on February 15, 2006.
- Atkins, P.W., Beran, J.A. (1992), *General Chemistry Scientific American Books*, N.Y., P. 922.

MATHEMATICS

Методика визначення ймовірності негласного отримання інформації потенційним порушником

О. А. Лаптев

Державний Університет телекомунікацій, м.Київ, Україна
Corresponding author. E-mail: alaptev64@ukr.net

Paper received 30.05.19; Accepted for publication 16.06.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-200VII24-06>

Анотація. У статті розглядається математичне моделювання ймовірності негласного отримання інформації потенційним порушником як зводиться до моделювання впливу порушника на захищувану систему з цілю отримання можливого каналу витоку інформації і являє собою формалізований опис сценаріїв у вигляді логіко-алгоритмічної послідовності дій порушників, кількісних значень, що характеризують результати дій і функціональних (аналітичних, чисельних або алгоритмічних) залежностей, що описують протікають процеси взаємодії порушників з елементами захищеного об'єкта. Однак подібні підходи до моделювання не дозволяють кількісно оцінити актуальність загрози атак та врахувати цю найважливішу характеристику. Тому запропоновано варіант кількісної оцінки можливості несанкціонованого отримання інформації з окремих інформаційної системи, розроблена універсальна методика. Універсальність цієї методики дозволяє порівнювати між собою складності реалізації різнорідних атак, заснованих на різних принципах реалізації, в загальному випадку використовують абсолютно різні за своєю природою канали витоку інформації. На основі запропонованої методики розроблен підхід по математичному моделюванню ймовірності отримання порушником несанкціонованого доступу до інформації вже на першому підготовчому етапі комплексної перевірки, що в подальшому дозволить реально оцінити фінансові, оперативні і технічні засоби захисту інформації.

Ключові слова: захист інформації, математичне моделювання, методика визначення ймовірності, засоби негласного отримання інформації.

Вступ. Захист інформації-досить дороге заняття, що потребує не тільки разових, а й постійних витрат. Тому захищати необхідно тільки ту інформацію, витік якої може привести до економічного, морального або іншого збитку підприємству, організації, її керівництву. Необхідно розуміти не тільки, що і навіщо треба захищати, а й наскільки слід захистити конкретний вид охоронюваних відомостей. Це дозволить диференціювати заходи забезпечення безпеки інформації та скоротити тим самим витрати на їх проведення. Зарубіжний і вітчизняний досвід проведення робіт з виявлення засобів негласного отримання інформації (далі по тексту NOI) показує, що дії по підготовці і проведенню комплексних спеціальних перевірок приміщень доцільно умовно розділити на три етапи: підготовчий, етап безпосередньо проведення спеціальної перевірки приміщень та заключний етап. Найважливіше місце серед робіт підготовчого етапу комплексної спеціальної перевірки приміщень займає виявлення або уточнення ймовірного противника, який здійснює перехоплення інформації за допомогою засобів NOI. Ризик NOI інформації з інформаційної системи неможливо оцінити без побудови моделі потенційного порушника безпеки вже на першому етапі робіт.

Короткий аналіз літературних даних та постановка проблеми Більшість відомих підходів до моделювання, що відрізняються тим, які параметри при моделюванні ними використовуються в якості вхідної інформації і які характеристики модельованої системи розраховуються і надходять на вихід моделі (Будуються моделі з використанням теорії ймовірностей, випадкових процесів, мереж Петрі, теорії автоматів, теорії графів, нечітких множин, теорії катастроф, ентропійного

підходу і ін.), передбачає використання в якості найпростішого елемента безпеки загрозу атаки на інформаційну систему [1, 4-5].

Разом с тим у всіх зазначених джерелах математичне моделювання порушника зводиться до моделювання впливу порушника на захищувану систему з цілю отримання можливого каналу витоку інформації і являє собою формалізований опис сценаріїв у вигляді логіко-алгоритмічної послідовності дій порушників, кількісних значень, що характеризують результати дій і функціональних (аналітичних, чисельних або алгоритмічних) залежностей, що описують протікають процеси взаємодії порушників з елементами захищеного об'єкта. Однак подібні підходи до моделювання не дозволяють кількісно оцінити актуальність загрози атак та врахувати цю найважливішу характеристику. Тому потрібно запропонован варіант кількісної оцінки можливості несанкціонованого знімання інформації інформаційної системи замовника.

Мета. Розробка варіанту кількісної оцінки ймовірній можливості несанкціонованого отримання інформації з інформаційної системи замовника.

Виклад основного матеріалу. Математична модель потенційного порушника повинна враховувати зацікавленість зловмисника в реалізації атаки на конкретну інформаційну систему з метою отримання інформації або порушення її цілісності тобто враховується потенційна можливість NOI.

Відзначимо, що побудова моделі порушника є ключовим питанням не тільки при визначенні можливих каналів NOI але і характеристик безпеки інформаційних систем в цілому.

В даний час моделі потенційного порушника безпеки формуються як набір припущень про можливого

порушника безпеки, його кваліфікації, технічних і матеріальних можливостях і т.п. При цьому будується неформальна модель порушника, що відображає причини і мотиви дій, апіорні знання, переслідувані цілі, їх пріоритетність для порушника, основні шляхи досягнення поставлених цілей: способи реалізації вихідних від нього загроз, місце і характер дії, можлива тактика і т.п. В кінцевому рахунку подібна модель використовується з метою виявлення сукупності актуальних атак для конкретної інформаційної системи, для якої планується робота по виявленню і блокуванню засобів негласного отримання інформації, саме актуальних, оскільки потенційно можливі канали витоку визначаються можливістю їх технічної реалізації (архітектура, використовувані програмні і апаратні засоби і т.п.). Модель порушника повинна враховувати досить багато факторів, не всі з яких піддаються формалізованому опису. Це, перш за все, рівень зацікавленості в отриманні несанкціонованого доступу до конкретної інформації, це рівень кваліфікації порушника, що дозволяє йому здійснити ту чи іншу атаку, його інформованість про виявлення й усунення різному роду вразливостей, наявність відповідних інструментальних засобів для здійснення атаки, інформованість про реалізовану в конкретній інформаційній системі технологію (можливість отримання подібної інформації), в тому числі технологіях захисту інформації, програмному забезпеченні, регламенти та інше. Складність обліку всіх цих (отже важко формалізованих) чинників обумовлюється не тільки їх кількістю і різноманітністю, але і складністю формалізації будь-яких залежностей між ними (наприклад, порушник може найняти висококваліфікованого фахівця для здійснення атаки, може придбати відповідні автоматизовані засоби здійснення атаки - реалізувати складну атаку, не володіючи при цьому належну кваліфікацію, і т.п.). Разом з тим, нам необхідна якась інтегральна оцінка, причому кількісна, що дозволяє врахувати всі ці фактори, інакше неможливо приступити до робіт по перевірці приміщень на наявність засобів негласного отримання інформації для конкретної інформаційної системи. [1]

Вкрай важливим є і наступний момент порушник зацікавлений в отриманні конкретної інформації, оскільки саме до оброблюваної інформації зловмисником і здійснюється несанкціонований доступ. Для цього введемо поняття подібної інформаційної системи, під якою будемо розуміти систему, обробну подібну (зміст, обсяг), в ідеалі для проектування аналогічну інформацію.

Виходячи з того, що порушник інформаційної системи може бути охарактеризований складністю реалізованих їм атак на інформаційну систему, визначим, як кількісно оцінити складність атаки, введемо кількісну міру складності атаки, оскільки в загальному випадку слід говорити про те, чи готовий (зацікавлений і може) порушник реалізувати атаку певної складності. При цьому, як відзначали, і можливі канали витоку інформації, і власне реально використанні канали по своїй суті різноманітні, кількісна ж міра повинна бути єдиною.

Звернемося до основ теорії інформації, розуміючи, що для успішного здійснення НОІ (атаки) щодо окремо взятого каналу витоку інформації порушник повинен володіти відповідною інформацією щодо можливості

НОІ – інформацію про те, що така вразливість їм виявлена і не вирішено власником інформації, тобто певної кількістю інформації щодо загрози НОІ інформації.

Оскільки нас цікавить виключно ймовірність того, що канал отримання інформації присутній в інформаційній системі – загроза атаки реальна, при цьому можливі два результату події: канал для отримання інформації присутнє або ні, тобто кількість інформації щодо вразливості в даному випадку слід розглядати як ймовірнісну міру. У нашому випадку невизначеність можна розглядати стосовно будь-якої можливості отримання інформації, яка може використовуватися порушником при здійсненні атаки, ймовірність присутності якої в системі визначається як $1 - P_{oa}$ (де P_{oa} ймовірності перекриття каналу отримання інформації) [2]

Порушник для здійснення успішної атаки повинен володіти відповідною інформацією щодо присутності каналів витоку інформації в загальній інформаційній системі власника інформації, тобто отримати дані, що зменшують невизначеність у відношенні даного каналу отримання інформації. Очевидно, що чим вище загрози отримання інформації значення P_{oa} ймовірності перекриття каналу отримання інформації, тим складніше порушнику здійснити відповідну атаку. З урахуванням сказаного складність реалізації атаки (позначимо її S_a) може інтерпретуватися як ймовірнісна міра кількості інформації $I(P_{oa})$, якими повинен володіти зловмисник для реалізації НОІ по виявленому каналу, яка може бути визначена наступним чином [2]:

$$S_a = I(P_{oa}) = -\log_2(1 - P_{oa})$$

Коректність використання даної методики для оцінки реалізації знімання інформації по виявленому каналу обґрунтовується використанням логарифмічної функції (у нашому випадку за основою 2, оскільки у події можливі два результату), що дозволяє відповідним чином врахувати не лінійність функції зміни складності реалізації порушником знімання інформації від зміни значення ймовірності P_{oa} : $S_a = f(P_{oa})$

Проілюструємо сказане прикладом, для чого порівняємо складності реалізації двох можливих каналів знімання інформації, нехай для одного з них (припустимо з vibроакустичному каналу) значення характеристики P_{oa} становить 0,7, а для іншого (електромагнітного випромінювання) – 0,99. Бачимо, що в першому випадку $S_{a1} = 1,74$, у другому випадку $S_{a2} = 6,64$, тобто реалізація знімання інформації по другому каналу для порушника в 3,82 рази складніше, ніж реалізація можливості знімання інформації по першому каналу (тобто йому знадобиться в 3,82 рази більше кількості інформації про можливий канал знімання інформації) з метою зняття невизначеності щодо наявності в системі цього каналу.

Одиниця складності реалізації загрози уразливості $S_a = I(P_{oa}) = 1$ задається умовою $P_{oa} = 0,5$, що визначає те, що канал знімання інформації з рівною ймовірністю присутня в інформаційній системі власника чи ні.

Оскільки загрозу атаки створює відповідна сукупність виявлених і не усунутих в системі каналів витоку інформації, складність атаки для порушника в загальному випадку визначається сукупною складністю атак через кожен розкритий можливий канал знімання інформації. Якщо розглянути атаку як послідовність ви-

користання порушником виявлених і не усунутих в системі каналів знімання інформації, що мають характеристики Poa_r і Sa_r , $r=1, \dots, R$, можна ввести кількісну характеристику складності атаки $I(Poa)$ (позначимо її Sa), де $Sa = I(Poa)$, яка визначається кількістю інформації, якою повинен володіти порушник для здійснення успішної атаки, якої створюють загрозу каналу отримання інформації R виявлених в системі і не усунутих власником інформації (з урахуванням того, що події виникнення каналів несанкціонованого отримання інформації є незалежними, а умовою реалізації порушником безпосереднього отримання інформації є наявність в системі одночасно різноманітних каналів витоку інформації):

$$Sa = I(Poa) = -\log_2(1 - Poa) = -\log_2 \prod_{r=1}^R (1 - Poa_r)$$

де $Poa = 1 - \prod_{r=1}^R (1 - Poa_r)$, – ймовірність того, що в будь-який момент часу можливе отримання інформації.

Використовуючи ж відповідне властивість логарифмів, можемо записати:

$$Sa = I(Poa) = \sum_{r=1}^R I(Poa_r) = \sum_{r=1}^R Sa_r$$

При цьому інформація, яку одержав порушник використовуючи канал знімання інформації, розглядається з точки зору її корисності (цінності) для досягнення поставленої практичної мети – в нашому випадку для здійснення порушником успішного знімання інформації з інформаційної системи власника.

Використання в інформаційній системі системи захисту збільшує значення складності реалізації відповідної атаки на інформаційну систему на величину захисту інформації.

Зазначимо, що характеристика ΔSa може розглядатися в якості так званої теорії інформації прагматичної міри кількості інформації, визначається в даному випадку за формулою:

$$\Delta Sa = \log_2(1 - Poa_{ix}) - \log_2(1 - Poa_{ax}) = \log_2 \frac{(1 - Poa_{ix})}{(1 - Poa_{ax})}$$

де Poa_{ix} і Poa_{ax} – ймовірності готовності до безпечної експлуатації ісходної і захищеної (при використанні системи захисту) інформаційних систем.

Універсальність даної методики обумовлюється тим, що вона дозволяє порівнювати між собою складності реалізації різнорідних атак, заснованих на різних принципах реалізації.

Для подальшої побудови моделі порушника введемо поняття коефіцієнта готовності порушника здійснити НОІ - K_{Ga} .

Коефіцієнт готовності порушника здійснити атаку K_{Ga} потрібно визначати стосовно до конкретної інформаційної системи, до конкретних каналах витоку інформації з інформаційної системи і системи її захисту. На практиці при вирішенні задачі захисту інформації може розглядатися якась подібна інформаційна система (аналог), що характеризується обробкою аналогічної інформації, що і визначає зацікавленість і можливість порушника. Щодо аналога, як правило, існує відповідна статистика реалізованих (у тому числі і відбитих) на інформаційну систему атак в процесі її експлуатації.

З урахуванням сказаного математична модель порушника (інтегральна кількісна оцінка зацікавленості та

можливості реалізації зловмисником для атаки на конкретну інформаційну систему) може бути представлена наступним чином[3]:

$$Sa_n = \max\{Sa_{nm}, m = 1, \dots, M\},$$

де Sa_n – максимальна складність реалізованих (з урахуванням і відбитих) в подібній інформаційній системі атак, які характеризуються Poa_n , визначена на множині виявлених каналів витоку інформації з подібної інформаційної системи (аналог) в процесі її експлуатації Sa_{nm} , $m = 1, \dots, M$.

Маючи значення характеристики Sa – характеристика складності реалізації варіанту знімання інформації з інформаційної системи, і значення характеристики Sa_n – характеристика максимальної складності реалізованих в подібній інформаційній системі атак, можна визначити шукану

характеристику коефіцієнта готовності (або ймовірності) порушника здійснити атаку складності Sa на конкретну інформаційну систему K_{Ga} :

$$K_{Ga} = \begin{cases} Sa_n/Sa, & \text{якщо } Sa_n < Sa \\ 1, & \text{якщо } Sa_n \geq Sa \end{cases}$$

Виходячи ж з того, що

$$K_{Ga} = \frac{Sa_n}{Sa} = \frac{\log_2(1 - Poa_n)}{\log_2(1 - Poa)} = \log_{1 - Poa}(1 - Poa_n)$$

Коефіцієнт K_{Ga} може інтерпретуватися як значення ступеня, у яку треба звести значення ймовірності здійснення атаки на інформаційну систему $(1 - Poa)$, для отримання значення ймовірності атаки, яку може успішно реалізувати порушник $(1 - Poa_n)$.

Як бачимо, для розрахунку значень шуканої характеристики не потрібно використання будь-яких експертних оцінок. При розглянутому підході до моделювання використовуються тільки стохастичні параметри загроз, вразливості і статистика щодо безпеки експлуатації аналогічних систем для конкретної інформаційної системи. З використанням введеного коефіцієнта готовності зловмисника здійснити успішну атаку складності Sa на інформаційну систему K_{Ga} (порушник готовий здійснити подібну атаку – характеристика порушника), яка може розглядатися як ймовірність реалізації порушником успішної атаки за умови неможливості інформаційної системи до захисту інформації по відношенню до даної атаки, що визначається умовою $Poa=0$, з урахуванням того, що інформаційна система готова до захисту щодо атаки задається характеристикою Poa (характеристика безпеки щодо несанкціонованого отримання інформації), формула для розрахунку ймовірності реалізації в будь-який момент часу успішної атаки на інформаційну систему Pa має наступний вигляд:

$$Pa = K_{Ga} \prod_{r=1}^R (1 - Poa_r)$$

Ймовірність того, що успішна атака не буде здійснена на інформаційну систему, що визначається як Poa :

$$Poa = 1 - K_{Ga} \prod_{r=1}^R (1 - Poa_r)$$

Запропонована методика дозволяє вже на першому етапі провести ймовірну оцінку негласного отримання інформації противником.

Висновки. Запропонована універсальна методика, методика яка має універсальність тому, що вона дозволяє порівнювати між собою складності реалізації різнорідних атак, заснованих на різних принципах реалі-

зації, в загальному випадку використовують абсолютно різні за своєю природою канали витоку інформації. На основі запропонованої методики розроблен підхід по моделюванню ймовірності отримання порушником

несанкціонованого доступу до інформації вже на першому підготовчому етапі комплексної перевірки, що в подальшому дозволить реально оцінити фінансові, оперативні і технічні засоби захисту інформації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Белов Е.Б. Основы информационной безопасности/ Белов Е.Б., Лось В.П., Мещеряков Р.В., Шелупанов А.А.-М.: Горячая линия - Телеком, 2006.-544с.
2. Вентцель Е.С. Исследование операций. - М.: Советское радио, 1972.-552с.
3. Щеглов К.А., Математические модели эксплуатационной информационной безопасности / Щеглов К.А., Щеглов А.Ю. // Вопросы защиты информации. - 2014. - Вып. 106. - № 3. - С. 52-65. 4.
4. Корт С.С. Теоретические основы защиты информации: Учебное пособие - М.: Гелиос АРВ, 2004.-240с.
5. Малуко А. А. Информационная безопасность: концептуальные и методологические основы защиты информации. - М.: Горячая линия - Телеком, 2004.-280с.

REFERENCES

1. Belov E. B. Fundamentals of Information Security / Belov E.B., Los V.P, Mecheryakov R.V., Shelupanov A.A.-M.: Hotline - Telecom, 2006.-544с.
2. Ventcel E.S. Operations research. - M.: Soviet Radio, 1972.-552s.
3. Shcheglov KA, Mathematical models of information security / Shcheglov KA, Shcheglov A.Yu. // Information security issues. - 2014. - Vol. 106. - № 3. - p. 52-65. four.
4. Cort S.S. Theoretical foundations of information security: Tutorial - M.: Helios ARV, 2004.-240s.
5. Malyuk A. A. Information security: conceptual and methodological foundations of information security. - M.: Hotline - Telecom, 2004.-280s.

Methodology for determining the probability of secret information received by the potential violator

A. A. Laptev

Abstract In the article, the mathematical modeling of the probability of the tacit reception of information of a potential violator is reduced to the simulation of the influence of the offender on the protection system with the purpose of obtaining a possible channel of information leakage and is a formalized description of the scenarios in the form of a logic-algorithmic sequence of offending actions, quantitative values characterizing the results of actions and functional (analytical, numerical or algorithmic) dependencies describing the processes of interaction of violators from an element we are protecting the object. However, similar approaches to modeling do not allow to quantify the relevance of the threat of attacks and take into account this critical characteristic. Therefore, a variant of quantitative assessment of the possibility of unauthorized access to information from a separate information system is proposed, a universal methodology has been developed. The versatility of this technique allows one to compare the complexity of the implementation of heterogeneous attacks, based on different principles of implementation, in the general case, using completely different channels of information leakage by nature. On the basis of the pre-defined methodology, an approach to mathematical modeling of the probability of an offender of unauthorized access to information is developed at the first preparatory stage of the complex verification, which in the future will allow to really assess the financial, operational and technical means of information protection.

Keywords: *information protection, mathematical modeling, probabilistic methods, tacit means of obtaining information.*

MEDICAL SCIENCES

Динаміка відновлення функції серцево-судинної системи у юнаків гірських районів Закарпатської області з різним соматотипом і складом маси тіла

О. А. Дуло*, Н. М. Гема-Багіна

ДВНЗ “Ужгородський національний університет” м. Ужгород, Україна
*Corresponding author. E-mail: olena.dulo@uzhnu.edu.ua <https://orcid.org/0000-0003-0473-5605>

Paper received 27.06.19; Accepted for publication 05.07.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-200VII24-07>

Анотація. Робота присвячена встановленню особливостей відновлення функції серцево-судинної системи за показниками частоти серцевих скорочень і артеріального тиску після дозованої фізичної роботи у юнаків гірських районів Закарпатської області в залежності від соматотипу і компонентного складу маси тіла. Вони характеризуються тим, що при навантаженні інтенсивністю 1 Вт на 1 кг маси тіла у юнаків гірських районів ендомезоморфного та збалансованого соматотипів спостерігається найбільший відсоток осіб із підвищеним діастолічним тиском, а навантаження на велоергометрі інтенсивністю 2 Вт на 1 кг маси тіла викликало підвищення діастолічного тиску лише у юнаків з високим відносним вмістом жиру та нормальним відносним вмістом скелетних м'язів.

Ключові слова: фізичне здоров'я, соматотип, діастолічний тиск, юнаки.

Вступ. Формування фізичного здоров'я відбувається під впливом ендогенних та екзогенних чинників [2, 3]. Причому тривалий вплив екзогенних чинників може викликати в організмі зміни генетичного характеру. Тому національні та популяційні відмінності морфофункціональних показників стимулюють науковців до пошуку відносних стандартів для жителів окремих регіонів [1, 4, 8]. Зокрема в Україні існують території з екологічними особливостями, які визначають гормональний статус мешканців цих регіонів, соматометричні параметри, окремі компоненти соматотипу, компонентний склад тіла, функціональний стан [5, 6, 7]. Одним з таких регіонів є Закарпаття. Автори вказують на характерні відмінності фізичного розвитку, деяких біохімічних і функціональних показників мешканців Закарпаття порівняно з мешканцями інших регіонів, пов'язуючи даний феномен з низьким вмістом у крові мешканців Закарпатського регіону тиреоїдних гормонів [1, 4]. У серії робіт вітчизняних та іноземних вчених переконливо доведено, що складові фізичного здоров'я зумовлені соматотипічною приналежністю. З огляду на це, незалежно від віку і статі людини для здійснення об'єктивного аналізу стану фізичного здоров'я необхідно чітко визначити, які значення й межі фізіологічних коливань функціональних показників серцево-судинної системи, залежно від компонентного складу тіла, притаманні здоровому населенню Закарпатської області.

Мета роботи – встановити особливості відновлення функції серцево-судинної системи за показниками частоти серцевих скорочень і артеріального тиску після дозованої фізичної роботи у юнаків гірських районів Закарпатської області в залежності від соматотипу і компонентного складу маси тіла.

Матеріали і методи. В дослідженнях брали участь юнаки віком 17-21 року, які проживають в гірських районах Закарпатської обл. Кількість обстежених юнаків становила 124 особи, що склало 52,5% від загальної кількості обстежених. Досліджувані виконували на велоергометрі "ВЭМ 02" два навантаження з інтервалом 5 хвилин. Частота педалювання при першому і другому навантаженнях становила 60 обертів за хвили-

ну. Потужність роботи залежала від маси тіла: при першому навантаженні вона вираховувалась із розрахунку 1 Вт на 1 кг маси тіла, а при другому – 2 Вт на 1 кг маси тіла. Одразу після роботи і тричі по її завершенню (через 1,2 і 3 хвилини) здійснювався контроль за частотою серцевих скорочень і артеріальним тиском за допомогою монітора серцевого ритму SIGMA SPORT PS4 та пульсотохографа BEURER PM70. Соматотип визначали за методом Хіт-Картера, який вважається універсальним, тому рекомендується для обстежень людей різної расової приналежності, різної статі, широкого вікового діапазону (від 14 до 70 років), а також забезпечує трьохкомпонентну (жирову, м'язову та кісткову) антропометричну оцінку. За допомогою даного методу можна кількісно оцінити перевагу: ендоморфії або відносного ожиріння, мезоморфії або відносного розвитку скелетно-м'язової системи, екторморфії або відносної лінійності (витягнутість тіла). Кожен компонент визначався в незмінній послідовності: ендоморфія – мезоморфія – екторморфія, які виражаються числовими значеннями (антропометричними похідними) з точністю до однієї десятої. За методом Хіт-Картера соматотип визначали графічним способом, тобто алгоритмом, оскільки за алгоритмом вираховувати соматотип зручніше. Компонентний склад маси тіла визначали застосовуючи імпедансний метод Body Composition Monitor “Omron BF511”, за допомогою якого оцінювався відсотковий вміст жирової маси (підшкірний та вісцеральний жир) та відсотковий вміст скелетних м'язів. Статистичну обробку матеріалу здійснювали за допомогою програм Excel 7.0 та SPSS версії 10.0 із використанням t-критерію Стьюдента.

Результати дослідження та їх обговорення. Інформативним показником функціональної готовності організму до виконання фізичної роботи може служити швидкість відновлення частоти серцевих скорочень (ЧСС). При покращенні функціонального стану організму швидкість відновлення ЧСС після припинення фізичної роботи зростає. Було встановлено особливості відновлення ЧСС у юнаків гірських районів Закарпатської області, табл. 1.

Таблиця 1. Динаміка відновлення ЧСС після навантаження на велоергометрі у юнаків гірських районів Закарпатської обл., n=124 (M±m)

Збільшення ЧСС при навантаженні, уд·хв ⁻¹	Зменшення ЧСС (уд·хв ⁻¹) після припинення навантаження					
	через 10 с	через 20 с	через 30 с	через 60 с	через 120 с	через 180 с
130 – 140	10,2±0,71	18,6±0,78	30,4±1,18	33,2±1,28	37,2±1,14	38,6±1,29
180 – 190	12,8±0,58	22,6±0,89	31,4±1,14	43,8±1,21	55,9±1,34	56,8±1,21

У першу хвилину відновного періоду величина зменшення ЧСС майже не залежить від інтенсивності навантаження, однак, в подальшому простежується пряма залежність між інтенсивністю навантаження та ступенем зниження ЧСС. Так, у юнаків при ЧСС 130-140 уд·хв⁻¹ через 120 с вона зменшилась в середньому на 37,2±1,14 уд·хв⁻¹, а при частоті 180-190 уд·хв⁻¹ на 55,9±1,34 уд·хв⁻¹. Через 180 с відновного періоду при ЧСС 130-140 уд·хв⁻¹ її зниження становило в середньому 38,6±1,29 уд·хв⁻¹, а при частоті 180-190 уд·хв⁻¹ – 56,8±1,21 уд·хв⁻¹. Причому, зі 120 с до 180 с відновного періоду зниження ЧСС значно уповільнюється.

Важливим аспектом проведеного нами дослідження виявився аналіз реакції артеріальних судин на дозовану

фізичну роботу у юнаків гірських районів Закарпатської обл., табл. 2. Відомо, що навантаження циклічного характеру викликають характерну реакцію артеріальних судин, яка в нормі проявляється підвищенням систолічного та незмінністю або зниженням діастолічного тиску. Підвищення систолічного тиску головним чином пов'язано зі збільшенням сили серцевих скорочень, а зниження діастолічного тиску – з розширенням артерій у м'язах, які працюють. Підвищення діастолічного тиску розцінюється як негативна реакція судин на фізичне навантаження та свідчить про лабільну гіпертонію або гіпертонічну хворобу.

Таблиця 2. Відсоткове співвідношення типів змін діастолічного тиску при дозованих фізичних навантаженнях у юнаків гірських районів Закарпатської області, n=124

Потужність навантаження	Тип змін діастолічного тиску, %			
	Нижче вихідного рівня	Дорівнює вихідному рівню	Феномен нескінченного тону	Вище вихідного рівня
Гірські райони (n=124)				
1 Вт·кг ⁻¹	89,6	6,7	-	3,7
2 Вт·кг ⁻¹	60,4	-	37,5	2,1

У деяких осіб під час виконання циклічної роботи рівень діастолічного тиску може знизитися до нуля. Таке явище має назву «феномен нескінченного тону». Насправді діастолічний тиск при цьому не опускається нижче 40 мм. рт.ст. Виникнення «феномену нескінченного тону» пов'язано з особливостями методики виміру артеріального тиску. Тони Короткова, які прослуховуються під час вимірювання артеріального тиску, є наслідком турбулентного руху крові крізь звуже-

ну манжеткою артерію. Коли діаметр судини повертається до вихідного, рух крові набуває ламінарного характеру і тони зникають. Однак, при фізичному навантаженні об'ємна швидкість кровотоку у м'язах зростає, що може викликати турбулентний рух крові по артерії навіть нормального діаметру, тому що виникає невідповідність між об'ємом крові, що протікає по артерії, та діаметром самої артерії.

Таблиця 3. Відсоткове співвідношення типів змін діастолічного тиску при дозованих фізичних навантаженнях у юнаків гірських районів Закарпатської області залежно від соматотипу, n=124

Потужність навантаження	Тип змін діастолічного тиску, %			
	Нижче вихідного рівня	Дорівнює вихідному рівню	Феномен нескінченного тону	Вище вихідного рівня
Ендомезоморфи (n=42)				
1 Вт·кг ⁻¹	59,7	29,6	-	10,7
2 Вт·кг ⁻¹	51,8	-	48,2	5,8
Мезоморфи (n=29)				
1 Вт·кг ⁻¹	72,8	25,4	-	1,8
2 Вт·кг ⁻¹	66,7	-	33,3	-
Мезоекторморфи (n=19)				
1 Вт·кг ⁻¹	81,4	17,8	-	0,8
2 Вт·кг ⁻¹	62,8	-	37,2	-
Екторморфи (n=6)				
1 Вт·кг ⁻¹	76,7	22,0	-	1,3
2 Вт·кг ⁻¹	69,3	-	30,7	-
Збалансований соматотип (n=28)				
1 Вт·кг ⁻¹	61,8	33,0	-	5,2
2 Вт·кг ⁻¹	48,9	-	46,3	4,8

Таким чином, «феномен нескінченного тону» є фізіологічною ознакою. Як патологічне явище, «феномен нескінченного тону» розглядається лише тоді, ко-

ли він реєструється протягом більше, ніж 2 хв після припинення фізичної роботи. У ході дослідження нам вдалося встановити, що серед обстежених юнаків після

завершення констатуючого експерименту реєструвала-ся кількість осіб, у яких дозована робота на велоерго-метрі викликала негативну реакцію судин. Кількість юнаків із підвищеним діастолічним тиском після вико-нання роботи потужністю 1 Вт на 1 кг маси тіла стано-вила 3,7%, а після виконання роботи потужністю 2 Вт на 1 кг маси тіла кількість таких осіб становила 2,1%. «Феномен нескінченного тону» спостерігався у юнаків лише після виконання роботи потужністю 2 Вт на 1 кг маси тіла, кількість осіб становила 37,5%.

При аналізі динаміки змін діастолічного тиску при дозованих фізичних навантаженнях у юнаків гірських районів Закарпатської обл. залежно від соматотипу ми встановили, що найбільший відсоток осіб із підвище-ним діастолічним тиском після виконання роботи по-

тужністю 1 Вт на 1 кг маси тіла становила у ендомезо-морфів та у юнаків зі збалансованим соматотипом, а саме 10,7% та 5,2% відповідно, табл. 3. При велоерго-метричному навантаженні інтенсивністю 1 Вт на 1 кг маси тіла у юнаків зменшується кількість осіб зі зни-женням діастолічного тиску за рахунок збільшення числа тих, у кого спостерігається «феномен нескінчен-ного тону». При цьому, лише у ендомезоморфів та у юнаків зі збалансованим соматотипом спостерігається 5,8% та 4,8% осіб відповідно, у яких рівень діастоліч-ного тиску вище вихідного рівня. У юнаків інших со-матотипних груп після виконання роботи потужністю 2 Вт на 1 кг маси тіла відсутні особи з підвищеним діас-толічним тиском.

Таблиця 4. Відсоткове співвідношення типів змін діастолічного тиску при дозованих фізичних навантаженнях у юнаків гір-ських районів Закарпатської області залежно від відносного м'язового компоненту маси тіла, n=124

Потужність навантаження	Тип змін діастолічного тиску, %			
	Нижче вихідного рівня	Дорівнює вихідному рівню	Феномен нескінчен-ного тону	Вище вихід-ного рівня
Нормальний вміст скелетних м'язів (33,3 – 39,3 %), n=76				
1 Вт·кг ⁻¹	72,8	23,7	-	3,5
2 Вт·кг ⁻¹	59,2	-	36,2	4,7
Високий вміст скелетних м'язів (39,4 – 44,0 %), n=39				
1 Вт·кг ⁻¹	74,8	22,4	-	2,8
2 Вт·кг ⁻¹	70,1	-	29,9	-
Дуже високий вміст скелетних м'язів (> 44,0 %), n=9				
1 Вт·кг ⁻¹	69,4	26,3	-	4,3
2 Вт·кг ⁻¹	57,3	-	42,7	-

Як свідчать дані табл. 4 функціональні можливості серцево-судинної системи за показником змін діастолічного тиску залежав від вмісту м'язового компоненту, а саме: лише у юнаків з відносним нормальним вмістом даного компоненту (33,3 – 39,3 %) ми спостерігали 4,7 % осіб, які мали рівень діастолічного тиску вище вихідного рівня, тоді як у юнаків з високим та дуже висо-ким відносним вмістом м'язового компоненту не заре-

єстровано осіб, у яких дозована робота на велоергомет-рі потужністю 2 Вт на 1 кг маси тіла викликала підвищення діастолічного тиску. «Феномен нескінченного тону» спостерігався у юнаків, які виконували роботу при велоергометричному навантаженні інтенсивністю 2 Вт на 1 кг маси тіла незалежно від вмісту м'язового компоненту.

Таблиця 5. Відсоткове співвідношення типів змін діастолічного тиску при дозованих фізичних навантаженнях у юнаків гір-ських районів Закарпатської області залежно від відносного вмісту жирового компоненту маси тіла, n=124

Потужність навантаження	Тип змін діастолічного тиску, %			
	Нижче вихідного рівня	Дорівнює вихідному рівню	Феномен нескінчен-ного тону	Вище вихідного рівня
Низький вміст жиру (< 8,0 %), n=1				
1 Вт·кг ⁻¹	74,6	21,8	-	3,6
2 Вт·кг ⁻¹	68,4	-	31,6	-
Нормальний вміст жиру (8,0 – 19,9 %), n=104				
1 Вт·кг ⁻¹	71,3	25,5	-	3,2
2 Вт·кг ⁻¹	62,8	-	37,2	-
Високий вміст жиру (19,9 – 24,9 %), n=19				
1 Вт·кг ⁻¹	59,8	32,9	-	7,3
2 Вт·кг ⁻¹	46,7	-	48,6	4,7

Як свідчать наведені вище дані табл. 5 стан серцево-судинної системи за показником змін діастолічного тиску залежав від жирового компоненту, лише у юна-ків з високим відносним вмістом жиру (19,9 – 24,9 %), ми спостерігали 4,7 % осіб, які мали рівень діастоліч-ного тиску вище вихідного рівня, тоді як у юнаків з нормальним та низьким відносним вмістом жиру не зареєстровано осіб, у яких дозована робота на велоерго-метрі потужністю 2 Вт на 1 кг ваги тіла викликала підвищення діастолічного тиску. «Феномен нескінчен-

ного тону» спостерігався лише у юнаків, які виконували роботу при велоергометричному навантаженні інте-нсивністю 2 Вт на 1 кг маси тіла. Найбільша кількість таких осіб (48,6%) спостерігалась серед юнаків з висо-ким відносним вмістом жиру.

Висновки. Проведені дослідження засвідчили, що у обстежуваних юнаків динаміка відновлення частоти серцевих скорочень після роботи на велоергометрі, яка підвищила частоту серцевих скорочень до 130-140 уд·хв⁻¹ (в аеробному режимі енергозабезпечення), по-

чаток її суттєвого зниження зареєстровано через 30 с після її припинення. Після роботи, що викликала підвищення частоти серцевих скорочень до 180-190 уд·хв⁻¹ (у змішаному режимі енергозабезпечення) початок суттєвого зниження відмічається через 120 с.

Виявлено відмінності реакції артеріальних судин на дозовані фізичні навантаження залежно від соматотипу та компонентного складу тіла. Вони характеризуються тим, що при навантаженні інтенсивністю 1 Вт на 1 кг маси тіла у юнаків гірських районів ендомезоморфного та збалансованого соматотипів спостерігається найбі-

льший відсоток осіб із підвищеним діастолічним тиском під час виконання фізичної роботи. Дозована робота на велоергометрі з навантаженням інтенсивністю 2 Вт на 1 кг маси тіла викликала підвищення діастолічного тиску лише у юнаків з високим відносним вмістом жиру та нормальним відносним вмістом скелетних м'язів. Тобто, перевага жирового компоненту та відносне зменшення м'язового компоненту у соматотипі та компонентному складі тіла юнаків гірських районів викликала негативну реакцію судин, а саме підвищення діастолічного тиску вище вихідного рівня.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бондарчук Н.Я., Чернов В.Д. Ефективність застосування диференційованого підходу у процесі фізичного виховання студентів з різних біогеохімічних зон Закарпаття // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету, серія: „Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт”, 2009. 64. С. 433-436.
2. Брезденюк О. Аеробні можливості студентів 17-21 року з різним вмістом жирової та м'язової тканини в організмі // Фізична активність, здоров'я і спорт, 2014. 1(15). С. 9-18.
3. Дуло О.А. Вивчення рівня фізичного здоров'я юнаків гірських районів Закарпаття за метаболічним рівнем аеробного та анаеробного енергозабезпечення в залежності від компонентного складу тіла // Science and Education a New Dimension. Natural, Mathematical and Technical science NaMaTech, 2019. VII(23), Is. 193. С. 52-55. <https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-13>.
4. Пірогова В.Г., Фабрі З.Й., Фера О.В. Роль багатоконпонентних факторів у поширенні захворювань щитоподібної залози в Закарпатті та розробка заходів їх раннього виявлення // Міжнародний ендокринологічний журнал, 2008. 3(15). С. 42-47.
5. Сальникова С.В., Пуздымир Н., Туник Л. Физическое состояние, как интегральный показатель физического здоровья, и определяющие его факторы // Scientific Letters Of International Academic Society Of Michal Baludansky, 2015. 3(2). С. 22-24.
6. Сокрута В.М., Казакова В.Н. Спортивна медицина: підручник для студентів і лікарів, 2013. 324 с.
7. Bubaj, S. Body composition in high school population athletes and non-athletes // Facta universitatis. Series: Physical Education and Sport, 2013. 11(3). P. 197-208.
8. Stewart, A.D, Sutton, L. Body composition in sport, exercise and health, 2012. 232 p.

REFERENCES

1. Bondarchuk, N.Y., Chernov, V.D. Efficiency of the application of differentiated approach in the process of physical education of students from different biogeochemical zones of Transcarpathia // Visnyk Chernihivskoho derzavnogo pedahohichnogo universitetu, seria "Pedahohichni nauky. Physichne vyhovannya ta sport", 2009. 64. P. 433-436.
2. Brezdenuk, O. Aerobic possibilities of 17-21 year students with different amount of fat and muscle tissue in the body // Fizychna aktyvnist', zdorov'ia i sport, 2014. 1(15). P. 9-18.
3. Dulo, O.A. Study of the level of physical health of boys of mountain areas of Transcarpathia on the metabolic level of aerobic and anaerobic energy supply, depending on the component body composition // Science and Education a New Dimension. Natural, Mathematical and Technical science NaMaTech, 2019. VII(23), Is. 193. С. 52-55. <https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-13>
4. Pirohova, V.H., Fabri, Z.Y., Fera, O.V. The role of multicomponent factors in the spread of thyroid gland diseases in Transcarpathia and development of measures for their early detection // Mizhnarodnyy endokrynolohichnyy zhurnal, 2008. 3(15). С. 42-47.
5. Sal'nikova, S.V., Nikolaj, P., Larisa, T. Physical condition, as an integral indicator of physical health, and its determining factors // Scientific Letters Of International Academic Society Of Michal Baludansky, 2015. 3(2). P. 22-24.
6. Sokruta, V.M., Kazakova, V.N. Sports medicine: a textbook for students and doctors, 2013. 324p.

Recovery dynamics of the function of cardiovascular system of young men from the mountain areas of Transcarpathia with different somatotype and the body mass composition

O. A. Dulo, N. M. Hema-Bahyna

Abstract. The work is devoted to the establishment of features of restoration of the function of the cardiovascular system by the parameters of heart rate and blood pressure after metered physical work of boys from mountainous regions of Transcarpathia, depending on the somatotype and the component composition of the body weight. They are characterized by the fact that when the intensity of 1 W per 1 kg of body mass of boys from the mountainous regions then endezomorph and balanced somatotypes showed us the highest percentage of persons with increased diastolic pressure, and the exercise on a bicycle ergometer with the intensity of 2 W per 1 kg of body weight caused increased diastolic pressure only to boys with high relative fat content and normal relative skeletal muscle content.

Keywords: physical health, somatotype, diastolic pressure, young men.

Efficiency evaluation of approaches used for classification model creation of human body with ischemic heart disease

V. Iakymchuk*, O. Nosovets

Byomedical cybernetics department, Faculty of biomedical engineering, Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute
Corresponding author. E-mail: iakymchuk.v@gmail.com*; e.nosovets@ya.ru

Paper received 13.11.18; Accepted for publication 04.12.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-200VII24-08>

Abstract. The exhale chemical components and functional classifiers analysis of a human body with ischemic heart disease has been performed. Three different approaches (binary logistic regression with multiple independent variables, stepwise binary logistic regression and group method of data handling) were used to determine informative classifiers of cardiovascular system pathologic condition diagnosis. Comparative analysis of classification models creation was done.

Keywords: efficiency evaluation, classification model, group method of data handling, cardiovascular system, ischemic heart disease.

Introduction. The creation of computer diagnostic systems for timely pathology diagnosis is one of the biggest priorities nowadays. The use of such systems in the modern medical practice allows early disease diagnosing and prescription of adequate medication or surgical treatment. The examples of such systems are bioresonance therapy, heart rate [1, 2], phaser [3] and Holter [4] monitoring, exhale air components definition method [5] and others.

A great number of researches are done every year in the automatic classification and mathematical simulation fields in order to minimize the errors during the diagnostic systems operation. Patient's initial data analysis is a typical approach of automatic diagnosis (healthy - unhealthy binary classification) for informative attributes selection and prediction model creation on their basis.

Diagnostic attributes selection methods are widely described in researches [6]. The correct selection of attributes set used for classification models simulation is of a current interest because it increases the quality of diagnosis and decreases diagnostic system cost. The process includes such stages like initial attribute space construction and attribute selection, which resolves to minimization of a constructed space. In addition, the researchers face a problem of stable classification models creation, which are to be realized as information systems, and their usage in various medical institutions due to research results multicollinearity. That is why attributes selection method choice and classification model creation on their basis are important nowadays. Research goal is an efficiency evaluation of existing approaches used for classification model creation of human body pathologic conditions.

Ease of use. In order to find a possibility of achieving the goal the information technology of human cardiovascular system examination by exhale air components was analyzed and used. Cardiac function pathology namely ischemic heart disease (IHD) was analyzed. Ischemic heart disease is a cardiac muscle medical condition caused by balance disorder between coronary circulation and myocardial metabolic needs. IHD is one of the most spread diseases and common causes of death and disability in advanced economies.

The technology is based on exhale chemical components complex and patient's main physiological parameters. The information technology of exhale chemical composition analysis method and its realization in the

form of definition information system is easy and convenient to use by medical employees and provides enough necessary information for a researcher and dedicated specialist. It also solves the problems not only of the most common cardiovascular disorders correct and timely diagnosis, but also provides the possibility for researched disease screening diagnostics and preventive measures planning in medical institutions.

Development of hardware and software definition information system realizes such an approach [5]. This system includes the device and software for processing and analysis of directly taken data. A basic and important element of this type of information system (realized in device) is the choice of a set of chemical sensors, using which the direct analysis and recognition of the "gas portrait" of the air expired by a human is carried out. Seven electrochemical two- and three-electrode sensors of amperometric type are implemented in this system. The values of signal from chemical sensor are the attributes which used to build classification models.

In National Institute of Cardiovascular Surgery of the AMS Ukraine the exhale chemical components of 72 patients with IHD were researched. Diagnosis was preliminary determined via different diagnostic methods: Electrocardiography (ECG), coronary catheterization, phonocardiogram (PCG), magnetic resonance imaging (MRI) and others. Apart from taken exhale probes the anamnesis of general body condition and physiological data (age, height, weight, sex, systolic and diastolic pressure etc.) was obtained. The patients' median age was 52 years, in this group were 46 men and 26 women.

The examination of 63 apparently healthy persons was done in National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute». In addition the anamnesis was obtained and the exhale air chemical composition was analyzed. The patients' median age was 55 years, in this group were 40 men and 15 women.

All patients were randomly divided in two groups - training and control ones. The training group consisted of 108 (80%) of observations and was used for diagnostic models creation. Control group consisted of 27 (20%) observations accordingly and was used for evaluation of the model sustainability and possible use for real information system creation. Each model was evaluated by the sensitivity and specificity classifiers, as well as by correct forecast value total percentage.

Group comparison statistical methods, mathematical methods for prediction model creation (binary logistic regression with multiple independent variables (attributes), stepwise binary logistic regression and group method of data handling) were used.

The classification model which is obtained after the selection of attributes is the equation of the binary logistic regression (BLR) as shown in equation (1).

$$P = \frac{1}{1 + e^{-y}} \quad (1)$$

Where P is probability of occurrence of the forecasted developments (definition of diagnosis); e - natural logarithm base; $y = a_n x_n + a_{n-1} x_{n-1} + \dots + a_0$ - a linear function that determines the degree of influence the amount of significant prognostic attributes on the value index and the probability of occurrence P of the predicted developments; $a_{1...n}$ - the logistic regression coefficients; $x_{1...n}$ - factors affecting the value of the probability of occurrence P [7].

The higher the probability of an event, the more certain that the event will occur ($P > 0.5$). In the opposite case, when $P < 0.5$, the event impossible.

General view of the classification model obtained by group method of data handling (GMDH) determined after a search of the reference functions (Kolmogorov-Gabor polynomials) as shown in equation (2).

$$Y(x_1, \dots, x_n) = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i x_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n a_{ijk} x_i x_j x_k + \dots \quad (2)$$

GMDH does not determine the probability definition of diagnosis in contradistinction to BLR [8]. The diagnosis is confirmed after analyzing the obtained sign of value by the classification model. The positive value indicates the high risk of determining the diagnosis, while negative value - low risk.

The predictive value of included attributes in the classification models was estimated using p-value [9].

IBM SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) Statistics 22.0 and GMDH Shell were used.

Solution of the problem. Attributes selection methods are used in data analysis for down-weighting [10], computer-aided learning standard algorithms usage simplifying [11] and irrelevant attributes removal. Such methods are also used to solve the multicollinearity problems in regression tasks [12]. The task of optimal attribute subsets selection is one of the main preliminary data handling tasks. Attributes selection methods are based on some functional minimization, which represents the researched attribute subset quality. In [13] there was made an overview of the existing attribute selection methods and their classification according to the used quality functionality and optimal attribute subset search strategy.

If multicollinearity is present in regressive tasks, the usage of attribute selection methods contributes to parameter evaluation stability and their dispersion decrease.

One of this problem solutions is the usage of attributes selection methods with various regularizes or addition strategies and attributes deleting with the help of statistical tests for added attribute importance check. The example of such strategy is an approach with previous initial attribute space, selection of statistically important attrib-

utes and creation of classification models on their basis.

Standard statistical methods (correlation analysis and group comparison methods) are used for selection of important attributes. As a result 6 classifiers were selected. On their basis classification bias and slope were found using binary logistic regression with multiple independent attributes (Table 1).

Table 1. Modeling results quality evaluation during attributes preselection with the help of standard statistical methods

Attributes	Bias and slope	p
Age, years	-0.090	0.008
Sex (1 - male, 0 - female)	0.600	0.002
O ₂ Level	0.311	0.001
NH ₃ Level	2.117	0.009
HF Level	-0.472	0.001
CO ₂ Level	-0.672	0.001
Constant	-6.623	-

Receiver operating characteristic curves (ROC-curves) reflecting the quality of the classifiers were presented in Figure 1.

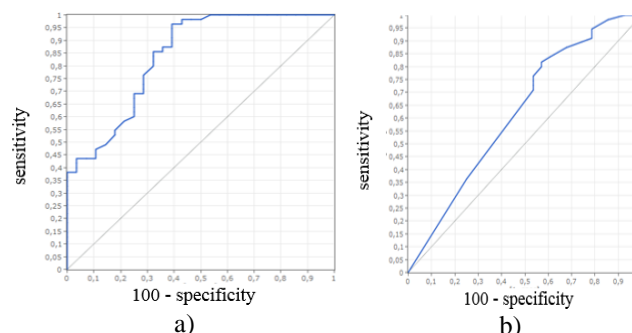


Fig. 1. ROC-curves: a) - training group; b) - control group.

Model performance has been evaluated by sensitivity and specificity classifiers, estimated from training and control groups (Table 2).

Table 2. Modeling results quality evaluation during attributes preselection with the help of standard statistical methods

Group	Training	Control
Sensitivity	87.5	27.3
Specificity	85	18.3
Correctly ranked data total percentage	86.3	24.6

Table 1 and 2 results show that, despite of training group obtained model high accuracy, sensitivity and specificity attributes of the control group were too low. This is caused by multicollinearity of selected classifiers. That is why the present approach is not justified in terms of classification model stability realization for diagnostic systems.

As a next step the method is used, which checks the importance of addable or deletable attribute (Table 3). This method is called stepwise binary logistic regression [14] with various procedure combinations of adding or

deleting attributes.

Model performance has been evaluated by sensitivity and specificity classifiers, estimated from training and control groups (Table 4).

Table 3. Modeling results with the help of stepwise regression

Attributes	Bias and slope	p
Age, years	-0.082	0.013
O ₂ Level	0.323	0.038
HF Level	-0.470	0.002
CO ₂ Level	-0.761	0.001
Constant	-6.403	-

Table 4. Modeling results quality evaluation with the help of stepwise regression

Group	Training	Control
Sensitivity	87.5	66.7
Specificity	85	56.7
Correctly ranked data total percentage	86.4	64.4

Achieved results analysis has shown accuracy classifiers increased by 39.8% in the control group thanks to attributes selection with the help of stepwise procedures. Nevertheless clinical evaluation of selected attributes showed that such attribute like sex was not included in the model, which is considered one of the most important attributes from predictive point of view according to different literature data.

ROC-curves reflecting the quality of the classifiers were presented in Figure 2.

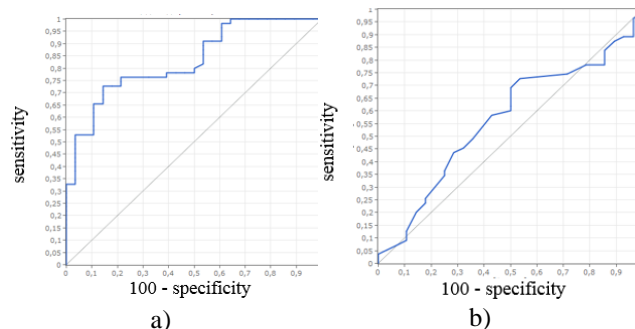


Fig. 2. ROC-curves: a) – training group; b) – control group.

In order to achieve the goal, the group method of data handling was used. The method is based on recursive selective sampling of the models, which are used to create new ones. Modeling accuracy is increased on every next recursion step thanks to model complication. The optimal model is obtained through accuracy classifiers evaluation in the control group. Such approach not only allows to

solve the attributes selection problem, but also provides model sustainability based on data, which were not included in the modeling.

Classification model, obtained with this method, is as follows:

$$y = -16,454 - 0,009 * HF * CO_2 + 0,389 * O_2 + 2,925 * NO_2 - 0,006 * Age * O_2 + 0,262 * Age + 0,003 * Age * NO - 14,133 * NO_2 * H_2S - 0,362 * Sex * NH_3 + 0,141 * NO_2 * CO_2 - 0,0007 * O_2 * CO_2 - 0,025 * Sex * HF.$$

ROC- curves reflecting the quality of the classifiers are presented in Figure 3.

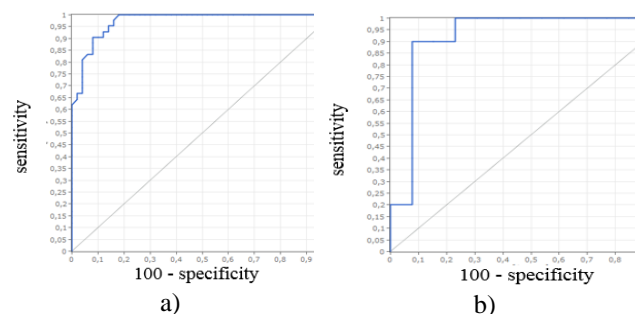


Fig. 3. ROC-curves: a) – training group; b) – control group.

Model performance has been evaluated by sensitivity and specificity classifiers, estimated from training and control groups (Table 5).

Table 5. Modeling results quality evaluation with the help of argument group consideration

Group	Training	Control
Sensitivity	90.2	91.7
Specificity	87.8	98.7
Correctly ranked data total percentage	89.1	85.7

Apparently this method is the most reasonable to be used for diagnostic systems development since it provides the best results in control group.

Conclusion. Comparison characterization of approaches efficiency for information attributes selection was carried out and classification models for human body pathologic conditions diagnosis (ischemic heart disease) were created.

The efficiency of group method of data handling was proved by the values of sensitivity (Sn), specificity (Sp) and the total number of correctly classified values in the control group (total sensitivity of 91.7, specificity of 98.7 and correctly ranked data total percentage of 85.7).

In comparison with the GMDH the binary logistic regression with multiple independent attributes showed the lower result: Sn = 27.3, Sp = 18.3 and correctly ranked data total percentage of 24.6). Also, the stepwise binary logistic regression showed the lower result: Sn = 66.7, Sp = 56.7 and correctly ranked data total percentage of 64.4.

REFERENCES

1. I. A. Zaporozhko, V. I. Zubchuk, E. A. Nastenکو, "Plethysmography analysis according to age and genders," Proceedings of 7th Annual Conference "Science and Art for Advancement in Medicine", March 30 – April 1, Budapest, Hungary, 2012.
2. E. A. Nastenکو, V. A. Pavlov, O. K. Nosovets, "Simulation classifications differential diagnosis of pathological states of the circulatory system," Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Harkiv, Ukraine, vol. 3, pp. 30-34, 2014. Russian
3. L. S. Fainzilberg, "FASEGRAPH® - effective information technology processing ECG in the task of screening for coronary heart disease," Clinical Informatics and telemedicine, Kyiv, Ukraine, vol. 6, no. 7, pp. 22-30, 2010. Russian

4. T. Hilbel, T. M. Helms, G. Mikus, H. A. K, C. Zugck, "Telemetry in the clinical setting," *Herzschrittmachertherapie & Elektrophysiologie*, vol. 19 (3), pp. 146-64, January 2008.
5. V. Iakymchuk, "Results of processing of chemical sensors signals in the software and hardware complex "Electronic Nose," 34th International Scientific Conference "Electronics and Nanotechnology (ELNANO)", Kyiv, Ukraine, pp. 352-355, April 2014.
6. L. S. Fainzilberg, "On the question of the utility of diagnostic methods in the screening problems," *Journal "Control System and Computers"*, vol. 6, pp. 10-17, 2002. Russian
7. S. Sperandei, "Understanding logistic regression analysis", *Biochemia Medica*, vol. 24(1), pp. 12-18, 2014.
8. H. Bozdogan, "Statistical data mining and knowledge discovery", ISBN 1-58488-344-8, p. 595, 2004.
9. B. Bhaskar, H. DeSole, "Median of the p-value under the alternative hypothesis", *The American Statistician*. American Statistical Association, vol. 56 (3), pp. 6-202, doi:10.1198/000313002146, 2016.
10. V. Iakymchuk, "Diagnostics of patients with cardiovascular disease using gas exchange," *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Ukraine, vol. 1/9, no. 61, pp. 44-48, 2013. Russian
11. Y. Lei, L. Huan, "Feature selection for high-dimensional data: A fast correlation-based filter solution," *ICML*, Washington D.C., AAAI Press, vol. 3, pp. 856-863, 2003.
12. C. Yi-Wei, L. Chih-Jen, "Combining SVMs with various feature selection strategies," *Feature Extraction. Foundations and Applications: Isabelle Guyon*, Berlin, pp. 315-324, 2006.
13. V. Bol'on-Canedo, N. S'anchez-Mar'no, A. Amparo, "A review of feature selection methods on synthetic data," *Knowledge and information systems*, vol. 34, no. 3, pp. 483-519, 2013.
14. L. Ladha, T. Deepa, "Feature selection methods and algorithms," *International Journal on Computer Science & Engineering*, vol. 3, no. 5, 2011.

POPULATION ECOLOGY

Порівняльний аналіз ефективності застосування апостеріорних тестів у когортному аналізі (на прикладі *D. melanogaster*)

С. С. Руденко*, А. В. Том'юк, С. С. Костишин

Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна

*Corresponding author. E-mail: rudenko.prof.eco@gmail.com

Paper received 13.05.19; Accepted for publication 25.05.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-200VII24-09>

Анотація. У статті представлені результати порівняльної оцінки ефективності використання трьох найпопулярніших апостеріорних тестів – тесту Шеффе, тесту Тьюкі та поправки Бонферроні для визначення достовірності різниці у виживанні когорт модельного виду на різних стадіях онтогенезу за різного стресового навантаження. Як модельний вид використано *D. melanogaster*, як стресові чинники – садові пестициди. Встановлено, що застосування поправки Бонферроні доцільніше, коли вплив порівнюваних стресових чинників досить контрастний, а тесту Тьюкі – коли обидва чинники суттєво пригнічують виживання особин. Застосування тесту Шеффе в когортному аналізі не рекомендоване.

Ключові слова: когортний аналіз, тест Тьюкі, поправка Бонферроні, тест Шеффе, *D. melanogaster*, пестициди

Вступ. Когортний аналіз – важливий напрям досліджень сучасної демекології. Однією з проблем його ефективного застосування є оптимізація статистичних підходів, які би дозволили об'єктивно оцінити різницю у виживанні особин порівнюваних когорт на різних стадіях онтогенезу. Застосування популярного непарного критерію Стьюдента для когортного аналізу, який передбачає порівняння трьох, чотирьох, п'яти і навіть більшої кількості незалежних груп є не лише мало інформативним, але й зумовлює помилково завищений критичний рівень значущості. Адже *t*-тест для незалежних середніх буде перевіряти, чи ці два середніх значно відрізняються один від одного, за умови, що вони є єдиними двома порівнюваними середніми. Це, в свою чергу, збільшує ймовірність випадкового виявлення статистично значущих відмінностей там, де їх насправді немає. Дана проблема називається проблемою множинних порівнянь [1]. Перспективним у цьому плані бачиться застосування апостеріорних тестів (*post hoc* тестів) в рамках однофакторного дисперсійного аналізу ANOVA (one-way ANOVA). На відміну від простих попарних порівнянь, при застосуванні апостеріорних тестів розраховуються нові критичні рівні значущості для попарного порівняння груп. Однак на відміну від стандартного *t*-тесту в цьому випадку внутрішньогрупова дисперсія оцінюється за всіма даними, а не тільки за тими, які належать до пари порівнюваних груп. Серед апостеріорних тестів найчастіше застосовуються три: тест Шеффе (Scheffe test), тест Тьюкі (Tukey test) та поправка Бонферроні (Bonferroni correction).

Стислий огляд публікацій по темі. Деякі автори зазначають, що поправка Бонферроні дає гарні результати при невеликій (до 5) кількості порівнянь, натомість вона не працює при великій кількості груп – із збільшенням їх числа дуже сильно падає потужність тесту [2; 3].

Інші автори надають перевагу тесту Шеффе [4], зазначаючи при цьому, що він не чутливий до порушення об'ємів вибірок та рівності дисперсій і, до того

ж, використовує лінійні комбінації середніх різних вибірок, на відміну від тесту Тьюкі, який розглядає тільки попарні порівняння.

В іншій публікації [5] ці ж автори наголошують, що, якщо мета полягає в тому, щоб бути якомога більш впевненими, що певне лікування має ефект, то доцільно застосовувати саме тест Шеффе.

R. W. Day та G. P. Quinn [6] вважають, що застосування тесту Тьюкі є більш ефективним, ніж тесту Шеффе. При цьому автори виходили з того, що в їх дослідженнях потужність тесту Тьюкі становила ~ 53%, а потужність тесту Шеффе – лише 35%.

Мета дослідження – порівняти ефективність застосування різних апостеріорних тестів для оцінки впливу стресових чинників на розвиток когорт *D. melanogaster* Meigen, 1830. У попередніх публікаціях нами була доведена ефективність використання когортного аналізу плодової мушки для екомоніторингу техногенно трансформованих територій [7].

Для досягнення головної мети результати апостеріорного тестування розглядалися крізь призму двох питань:

- чи виявляють апостеріорні тести збіжність щодо прийняття чи відхилення нульової гіпотези при порівнянні пар варіантів з різним стресовим навантаженням і якщо ні, то який з тестів є найчутливішим;
- яку ймовірність помилок дають апробовані тести для тих пар варіантів, при порівнянні яких всі вони продемонстрували збіжність у прийнятті альтернативної гіпотези.

Як стресові чинники були застосовані три пестициди різної природи та токсичності.

Матеріали та методи. На дно пробірок заливали гаряче поживне стандартне середовище, в яке в дослідних варіантах додавали пестициди у повних або половинних робочих дозах. У кожному з двох пробірок одного варіанту поміщали по 8 самців або по 8 самок *D. melanogaster* лінії Oregon-R, які утримували 72 години при 25°C у термостаті. Після цього у вісім нових пробірок одного варіанту зі свіжим поживним середовищем без пестицидів висаджували по дві самці та од-

ному самцю для схрещування. Самок через добу видаляли і поміщали в чашки Петрі на чорнично-агарові пластинки, які утримували в термостаті при температурі 25°C. Після 8 годин самок видаляли, і здійснювали облік яєць, личинок, лялечок та імаго [8]. Повторність одного варіанту восьмикратна.

Стандартне поживне середовище [9] на 1 л води містило такі інгредієнти: манна крупа – 35 г, дріжджі сухі – 70 г, агар-агар – 7 г, цукор – 17 г, пропіонова кислота – 0,8 мл, родзинки мелені – 40. Чорнично-агарові пластинки містили на 1 л води такі складові: 25 г агару, 25 г цукру, 250 мл чорничного соку та 15 мл 10%-ного ніпагіну (5 г у 50 мл етанолу).

Нижче наведена стисла характеристика застосованих для досліджень пестицидів згідно офіційного сайту пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні [10].

Системний інсектицид “Моспілан, РП” зареєстрований в Україні з 16.01.2012. Термін дії реєстрації до 31.12.2021. Фірма постачальник інсектициду – Ніппон Сода Ко., ЛТД, (Японія). Діючою речовиною є ацетаміприд, який належить до хімічної групи неонікотиноїдів. Вміст ацетаміприду становить 200 г/кг препарату. “Моспілан, РП” належить до 3 класу токсичності.

Системний фунгіцид “Хорус 75 WG” зареєстрований в Україні з 27.09.2012. Термін дії реєстрації до 31.12.2022. Фірма постачальник фунгіциду – Сингента Кроп Протекшн АГ (Швейцарія). Діючою речовиною є ципродиніл, який належить до групи анілінопірамідинів. Вміст ципродинілу 750 г/кг препарату. “Хорус 75 WG” належить до 3 класу токсичності.

Системний фунгіцид “Топсін-М 500, КС” зареєстрований в Україні з 20.11.2012. Термін дії реєстрації до 31.12.2023. Фірма постачальник фунгіциду – Ніппон Сода Ко., ЛТД, (Японія). Діючою речовиною є тіофанат-метил, який належить до групи бензімідазолів. Вміст тіофанат-метилу 500 г/кг препарату. “Топсін-М 500, КС” належить до 2 класу токсичності.

Для можливості застосування однофакторного дисперсійного аналізу (one-way ANOVA) були враховані дві важливі умови: по-перше, вибірки були перевірені на нормальність розподілу за допомогою теста Шапіро-Уїлка (Shapiro-Wilks test, $p > 0,05$). Даний критерій використовується для перевірки гіпотези H_0 : «випадкова величина X розподілена нормально» і рекомендований для перевірки нормальності невеликих вибірок ($n \leq 50$); по-друге - експеримент був спланований таким чином, щоб забезпечити гомогенність дисперсій всіх експериментальних варіантів. Для цього відразу набирали рівномірний комплекс, тобто однакову кількість спостережень в

групах. Кількість повторностей у варіанті становила 8, кількість самок взятих для скидання яєць в одній повторності також становила 8. По завершенню експерименту гомогенність дисперсій вибірок була перевірена Levene’s test, $p > 0,05$.

Спочатку порівнювали всі групи між собою за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу (one-way ANOVA). Якщо ANOVA підтверджувала наявність різниці, використовували апостеріорні тести для множинного порівняння (порівнювали експериментальні варіанти попарно, зберігаючи загальну $\alpha = 0,05$). Адже ANOVA не вказує, які групи відрізняються один від одного, а тільки на наявність таких відмінностей. Тому після отримання статистично значущого F-тесту з ANOVA, знаходили, які середні сприяли цьому ефекту; тобто, які варіанти (групи) особливо відрізняються один від одного. Для цього у програмі STATISTICA послідовно відкривали такі вкладки: More results → Post-hoc → Tukey HSD → Bonferroni → Scheffe.

Результати та їх обговорення. У таблиці 1 представлені результати когортного аналізу *D. melanogaster*, отримані для варіантів з різним пестицидним навантаженням.

Усі застосовані апостеріорні тести, засвідчили, що за умов введення в поживне середовище половинної робочої дози інсектициду “Моспілан, РП” кількість відкладених самками *D. melanogaster* яєць (в-ант №2) та сформованих з них личинок (в-ант №3) достовірно перевищує їх значення в контролі (в-нт №1) та у варіантах з обома фунгіцидами (в-анти №3 та №4) (табл. 2,3,4). Натомість введення в поживне середовище половинних робочих доз фунгіцидів не спричиняє стимуляції перших двох стадій розвитку когорт. Навпаки, порівняно з контролем, “Топсін-М” у половинній робочій дозі гальмує відкладання самками яєць та формування з них личинок, а “Хорус 75 WG” – гальмує формування личинок, але достовірно не впливає на відкладання яєць. При цьому усі апостеріорні тести підтвердили, що “Топсін-М” здійснює більший гальмівний вплив на формування личинок, ніж “Хорус 75 WG”.

На стадії лялечок та імаго вплив половинних робочих доз обох фунгіцидів та інсектициду стає односпрямованим. Три застосовані апостеріорні тести засвідчують достовірне зниження кількості зазначених онтогенетичних форм *D. melanogaster* у всіх дослідних варіантах порівняно з контролем, але в переважній більшості демонструють відсутність достовірної різниці між самими дослідними варіантами. Виняток становить різниця у кількості імаго між дослідними варіантами №2 та №4.

Таблиця 1. Результати когортного аналізу *D. melanogaster* зв умовах різного пестицидного навантаження ($n=8$)

№ в-анту	Пестицид, концентрація	Яйця	Личинки	Лялечки	Імаго
№1	Контроль	193 ± 15,44	136 ± 11,29	113 ± 8,59	99 ± 5,45
За умов застосування половинних робочих доз пестицидів					
№2	“Топсін-М”, 1 г/л	132 ± 8,90	78 ± 5,46	38 ± 2,51	34 ± 2,77
№3	“Хорус 75 WG”, 0,15 г/л	193 ± 16,91	102 ± 8,98	38 ± 2,77	27 ± 1,76
№4	“Моспілан, РП”, 0,063 г/л	252 ± 28,00	170 ± 18,02	41 ± 3,03	25 ± 2,28
За умов застосування повних робочих доз пестицидів					
№5	“Топсін-М”, 2 г/л	185 ± 21,15	108 ± 11,02	23 ± 1,93	18 ± 1,31
№6	“Хорус 75 WG”, 0,3 г/л	208 ± 28,52	94 ± 9,49	61 ± 3,60	59 ± 4,96
№7	“Моспілан, РП”, 0,125 г/л	4 ± 1,20	2 ± 0,40	1 ± 0,20	1 ± 0,08

Таблиця 2. Значення ймовірностей (P-значення) при застосуванні тесту Тьюкі для оцінки різниці між варіантами

Яйця – ½ робочої дози пестицидів Error: Between MS = 344,75					Яйця – повна робоча доза пестицидів Error: Between MS = 377,00				
	1	2	3	4		5	6	7	
1		0,0162 54	1,0000 00	0,0193 86	1	0,9557 59	0,7821 13	0,0002 33	
2	0,0162 54		0,0162 54	0,0004 04	5	0,9557 59	0,5058 91	0,0002 34	
3	1,0000 00	0,0162 54		0,0193 86	6	0,7821 13	0,5058 91	0,0002 31	
4	0,0193 86	0,0004 04	0,0193 86		7	0,0002 33	0,0002 34	0,0002 31	
Личинки – ½ робочої дози пестицидів Error: Between MS = 137,75					Личинки – повна робоча доза пестицидів Error: Between MS = 80,750				
	1	2	3	4		5	6	7	
1		0,0015 32	0,0309 59	0,0309 59	1	0,0214 64	0,0021 27	0,0002 31	
2	0,0015 32		0,1337 06	0,0002 59	5	0,0214 64	0,2971 11	0,0002 31	
3	0,0309 59	0,1337 06		0,0006 43	6	0,0021 27	0,2971 11	0,0002 32	
4	0,0309 59	0,0002 59	0,0006 43		7	0,0002 31	0,0002 31	0,0002 32	
Лялечки – ½ робочої дози пестицидів Error: Between MS = 27,000					Лялечки – повна робоча доза пестицидів Error: Between MS = 21,000				
	1	2	3	4		5	6	7	
1		0,00023 1	0,00023 1	0,00023 1	1	0,0002 31	0,0002 31	0,0002 31	
2	0,00023 1		1,00000 0	0,89161 9	5	0,0002 31	0,0002 46	0,0018 13	
3	0,00023 1	1,00000 0		0,89161 9	6	0,0002 31	0,0002 46	0,0002 31	
4	0,00023 1	0,89161 9	0,89161 9		7	0,0002 31	0,0018 13	0,0002 31	
Імаго – ½ робочої дози пестицидів Error: Between MS = 10,500					Імаго – повна робоча доза пестицидів Error: Between MS = 12,750				
	1	2	3	4		5	6	7	
1		0,0002 31	0,0002 31	0,0002 31	1	0,0002 31	0,0002 31	0,0002 31	
2	0,0002 31		0,1097 30	0,0379 24	5	0,0002 31	0,0002 31	0,0019 08	
3	0,0002 31	0,1097 30		0,8718 27	6	0,0002 31	0,0002 31	0,0002 31	
4	0,0002 31	0,0379 24	0,8718 27		7	0,0002 31	0,0019 08	0,0002 31	

Примітки. Тут і в табл. 3 та 4 нумерація варіантів збігається з поданою у табл. 1. Червоним кольором виділені P-значення, які порівнюються, або менші від заданого рівня значимості ($\leq 0,05$).

Якщо тест Шеффе та поправка Бонферроні підтримують нульову гіпотезу, тобто відсутність різниці між цими варіантами, то тест Тьюкі її спростовує і засвідчує наявність достовірної різниці між ними. При цьому тест Тьюкі підтверджує більший гальмівний вплив половинної робочої інсектициду “Моспілан, РП” на процес перетворення лялечок в імаго порівняно з аналогічною дозою фунгіциду “Топсін-М”.

Вплив повних робочих доз пестицидів на розвиток когорт *D.melanogaster* суттєво відрізняється від впливу половинних. За результатами усіх трьох апостеріорних тестів, фунгіциди “Топсін-М” та “Хорус 75 WG” у повній робочій дозі достовірно не впливають на кількість яєць відкладених самками. Натомість вплив інсектициду “Моспілан, РП” у повній робочій дозі виявляється сильно інгібуючим. Має місце 48-кратне змен-

шення кількості яєць порівняно з контролем. Достовірність цього впливу також підтверджена трьома апостеріорними тестами.

Усіма тестами засвідчено, що обидва фунгіциди у повній робочій дозі достовірно пригнічують формування личинок порівняно з контролем, а різниця між цими дослідними варіантами є недостовірною. Натомість пригнічуваний вплив повної робочої дози інсектициду “Моспілан, РП” на формування личинок, як і на утворення яєць, на порядок більший порівняно з фунгіцидами.

Усі апостеріорні тести демонструють достовірне зменшення кількості лялечок та імаго, утворених самками *D.melanogaster* під впливом повних робочих доз усіх досліджених пестицидів і наявність достовірних відмінностей між всіма варіантами. При цьому сила цього впливу зменшується в ряду “Моспілан, РП” > “Топсін-М” > “Хорус 75 WG”.

Таблиця 3. Значення ймовірностей (P-значення) при застосуванні **поправки Бонферроні** для оцінки різниці між варіантами

Яйця – ½ робочої дози пестицидів Error: Between MS = 344,75					Яйця – повна робоча доза пестицидів Error: Between MS = 377,00				
	1	2	3	4		1	5	6	7
1		0,022929	1,000000	0,027587	1		1,000000	1,000000	0,000014
2	0,022929		0,022929	0,000283	5	1,000000		1,000000	0,000019
3	1,000000	0,022929		0,027587	6	1,000000	1,000000		0,000008
4	0,027587	0,000283	0,027587		7	0,000014	0,000019	0,000008	
Личинки – ½ робочої дози пестицидів Error: Between MS = 137,75					Личинки – повна робоча доза пестицидів Error: Between MS = 80,750				
	1	2	3	4		1	5	6	7
1		0,001831	0,045191	0,045191	1		0,030703	0,002651	0,000000
2	0,001831		0,220123	0,000069	5	0,030703		0,556810	0,000003
3	0,045191	0,220123		0,000614	6	0,002651	0,556810		0,000009
4	0,045191	0,000069	0,000614		7	0,000000	0,000003	0,000009	
Лялечки – ½ робочої дози пестицидів Error: Between MS = 27,000					Лялечки – повна робоча доза пестицидів Error: Between MS = 21,000				
	1	2	3	4		1	5	6	7
1		0,000001	0,000001	0,000001	1		0,000000	0,000004	0,000000
2	0,000001		1,000000	1,000000	5	0,000000		0,000045	0,002221
3	0,000001	1,000000		1,000000	6	0,000004	0,000045		0,000001
4	0,000001	1,000000	1,000000		7	0,000000	0,002221	0,000001	
Імаго – ½ робочої дози пестицидів Error: Between MS = 10,500, df = 8,0000					Імаго – повна робоча доза пестицидів Error: Between MS = 12,750, df = 8,0000				
	1	2	3	4		1	2	3	4
1		0,000000	0,000000	0,000000	1		0,000000	0,000005	0,000000
2	0,000000		0,176696	0,056023	2	0,000000		0,000004	0,002347
3	0,000000	0,176696		1,000000	3	0,000005	0,000004		0,000000
4	0,000000	0,056023	1,000000		4	0,000000	0,002347	0,000000	

Таблиця 4. Значення ймовірностей (P-значення) при застосуванні **тесту Шеффе** для оцінки різниці між варіантами

Яйця – ½ робочої дози пестицидів Error: Between MS = 344,75					Яйця – повна робоча доза пестицидів Error: Between MS = 377,00				
	1	2	3	4		1	5	6	7
1		0,025229	1,000000	0,029852	1		0,966375	0,825775	0,000019
2	0,025229		0,025229	0,000386	5	0,966375		0,577122	0,000027
3	1,000000	0,025229		0,029852	6	0,825775	0,577122		0,000011
4	0,029852	0,000386	0,029852		7	0,000019	0,000027	0,000011	
Личинки – ½ робочої дози пестицидів Error: Between MS = 137,75					Личинки – повна робоча доза пестицидів Error: Between MS = 80,750				
	1	2	3	4		1	5	6	7
1		0,002351	0,046528	0,046528	1		0,032890	0,003350	0,000001
2	0,002351		0,179842	0,000097	5	0,032890		0,365685	0,000005
3	0,046528	0,179842		0,000820	6	0,003350	0,365685		0,000013
4	0,046528	0,000097	0,000820		7	0,000001	0,000005	0,000013	
Лялечки – ½ робочої дози пестицидів Error: Between MS = 27,000					Лялечки – повна робоча доза пестицидів Error: Between MS = 21,000				
	1	2	3	4		1	2	3	4
1		0,000001	0,000001	0,000001	1		0,000000	0,000006	0,000000
2	0,000001		1,000000	0,915877	2	0,000000		0,000064	0,002828
3	0,000001	1,000000		0,915877	3	0,000006	0,000064		0,000002
4	0,000001	0,915877	0,915877		4	0,000000	0,002828	0,000002	
Імаго – ½ робочої дози пестицидів Error: Between MS = 10,500					Імаго – повна робоча доза пестицидів Error: Between MS = 12,750				
	1	2	3	4		1	2	3	4
1		0,000000	0,000000	0,000000	1		0,000000	0,000007	0,000000
2	0,000000		0,150355	0,056294	2	0,000000		0,000006	0,002982
3	0,000000	0,150355		0,899959	3	0,000007	0,000006		0,000000
4	0,000000	0,056294	0,899959		4	0,000000	0,002982	0,000000	

Отже, порівнювані апостеріорні тести у переважній більшості випадків продемонстрували збіжність щодо прийняття чи відхилення нульової гіпотези. Лише в одному випадку тест Тьюкі, всупереч двом іншим тестам,

засвідчив прийняття альтернативної гіпотези замість нульової, тобто проявив меншу консервативність.

Окремим напрямом наших досліджень стало порівняння ймовірностей помилок, які дають апробовані для когортного аналізу *D.melanogaster* апостеріорні

тести, у випадках, коли альтернативна гіпотеза була ними прийнята, натомість нульова гіпотеза була відхилена. Якщо на тлі прийняття альтернативної гіпотези середні значення порівнюваних пар варіантів є доволі контрастними і відрізняються більше, ніж в 2 рази, то поправка Бонферроні та тест Шеффе дають менше Р-значення, ніж тест Тьюкі. Наприклад, при оцінці різниці між середніми кількостями імаго у контролі (в-нт №1) та дослідних варіантах з половинними робочими дозами пестицидів – №2, №3 та №4, коли середні значення в контролі перевищують середні у зазначених варіантах у 2,91; 3,67 та 3,96 рази відповідно, поправка Бонферроні та тест Шеффе дають меншу ймовірність помилки, ніж тест Тьюкі. Аналогічну картину спостерігаємо і при порівнянні середньої кількості лялечок в контрольному (в-нт №1) та дослідних варіантах №2, №3, №4 з половинними дозами пестицидів, де середні значення в контролі перевищують відповідні середні значення в дослідних варіантах у 2,97; 2,97 та 2,76 разів відповідно. І в даному випадку поправка Бонферроні та тест Шеффе, підтверджуючи альтернативну гіпотезу, дають меншу ймовірність помилки, ніж тест Тьюкі. При порівнянні середніх кількостей личинок у дослідних варіантах №2 (Топсін-М^с, 1 г/л) та №4 (“Моспілан, РП^с”, 0,063 г/л), де різниця між середніми становить 2,18 рази, поправка Бонферроні та тест Шеффе, на тлі прийняття альтернативної гіпотези, також дають менше значення ймовірності, ніж тест Тьюкі. При цьому в усіх зазначених випадках поправка Бонферроні дає меншу ймовірність помилки, ніж тест Шеффе. Тобто поправка Бонферроні засвідчує більшу достовірність різниці між суттєво контрастними середніми, ніж тест Тьюкі. А тест Шеффе за цих умов займає проміжну позицію з більшим наближенням до поправки Бонферроні.

Натомість, коли різниця між середніми менша ніж 2 рази, тест Тьюкі, за умов прийняття альтернативної гіпотези, дає меншу ймовірність помилки порівняно з двома іншими тестами. Так, при оцінці різниці між середніми кількостями яєць в контролі (в-нт №1) та дослідних варіантах №2 (“Топсін-М^с”, 1 г/л) і №4 (“Моспілан, РП^с”, 0,063 г/л), де відмінність становить 1,5 та 1,3 рази відповідно, тест Тьюкі дає меншу ймовірність помилки при прийнятті альтернативної гіпотези, ніж поправка Бонферроні та тест Шеффе. Така ж закономірність має місце при порівнянні середніх кількостей личинок у контролі та дослідних варіантах №2, №3, №4 з половинними робочими дозами пестицидів, де середні значення в дослідних варіантах відрізняються від середнього значення в контролі в 1,74; 1,33 та 1,25 разів відповідно. При цьому тест Шеффе у всіх зазначених парах порівнюваних варіантів дає більшу ймовірність помилки, ніж поправка Бонферроні. Тобто чим ближчі між собою середні значення, тим краще різницю між ними уловлює тест Тьюкі, менше поправка Бонферроні і ще менше тест Шеффе.

Окремо слід розглянути різницю між варіантами №2 (“Топсін-М^с”, 1 г/л) та №4 (“Моспілан, РП^с”, 0,063 г/л) за середньою кількістю імаго, де співвідношення середніх становить 1,36. Лише тест Тьюкі підтвердив наявність достовірної різниці між середніми цих варіантів з ймовірністю 0,0379, натомість поправка Бонферроні

та тест Шеффе не змогли спростувати нульової гіпотези, оскільки значення ймовірностей за кожним з цих тестів для даного порівняння хоча і незначно, але перевищувала 0,05. При цьому перевищення за тестом Шеффе було дещо більшим, ніж за поправкою Бонферроні.

У варіантах з повними дозами пестицидів маємо аналогічні закономірності. Так, при оцінці достовірності різниці між середніми кількостями яєць у дослідному варіанті №7 (“Моспілан, РП^с”, 0,125 г/л) та варіантах №1, №5, №6, які відрізняються від зазначеного варіанту в 48,25; 46,25; 52 рази відповідно, поправка Бонферроні дає найменшу ймовірність помилки на тлі підтвердження альтернативної гіпотези, дещо більшу ймовірність помилки дає тест Шеффе і найбільшу – тест Тьюкі. Аналогічні ймовірності помилок зафіксовані на тлі визнання альтернативної гіпотези щодо різниці між середньою кількістю личинок у дослідному варіанті №7 (“Моспілан, РП^с”, 0,125 г/л) та інших варіантах, які відрізняються від зазначеного варіанту в 68, 54 та 47 раз. Натомість при порівнянні середньої кількості личинок між варіантами №1, №5 та №6, де різниця між середніми не перевищує 1,26–1,45 рази, на тлі визнання альтернативної гіпотези за всіма дослідженими тестами, тест Тьюкі дає найменшу ймовірність помилок, більшу – поправка Бонферроні та найбільшу – тест Шеффе.

Водночас на тлі визнання альтернативної гіпотези поправка Бонферроні та тест Шеффе дають більшу помилку, ніж тест Тьюкі, коли значення більшого з порівнюваних середніх наближається до 20, тобто є досить низьким навіть, якщо воно відрізняється від меншого середнього значення більше, ніж у 2 рази. Така ситуація зафіксована, наприклад, при порівнянні середньої кількості лялечок та імаго у варіантах з повними робочими дозами пестицидів №5 (“Топсін-М^с”, 2 г/л) та №7 (“Моспілан, РП^с”, 0,125 г/л). Достовірна різниця між варіантами була зафіксована усіма тестами, проте ймовірність помилки на тлі прийняття альтернативної гіпотези зростала в такому ряду: тест Тьюкі < поправка Бонферроні < тест Шеффе.

Висновки. Тест Тьюкі є найбільш ліберальним і його застосування доцільне, коли кількість особин на останніх стадіях розвитку (лялечки, імаго) порівнюваних когорт *D.melanogaster* різко зменшується відносно контролю під впливом кожного з попарно порівнюваних стресових чинників. Серед досліджених апостеріорних тестів поправка Бонферроні дає найменшу ймовірність помилки при прийнятті альтернативної гіпотези, якщо порівнювані середні значення є суттєво контрастними і відрізняються більше, ніж у два рази, але при цьому значення більшого із порівнюваних середніх значно більше за 20. Натомість, коли порівнювані середні є слабо контрастними і відрізняються менше ніж у 2 рази, найменшу ймовірність помилки при прийнятті альтернативної гіпотези дає тест Тьюкі. Застосування тесту Тьюкі є більш пріоритетним і у випадку, коли значення більшого з порівнюваних середніх менше за 20 або наближається до цього числа, навіть якщо при цьому воно перевищує менше з цих значень більше, ніж у 2 рази. Тест Шеффе виявився найбільш консервативним і порівняно з двома іншими тестами демонструє вищі ймовірності помилок на тлі

прийняття альтернативної гіпотези, як у випадку сильно контрастуючих, так і слабо контрастуючих середніх.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гржибовский А. М. Анализ трех и более независимых групп количественных данных // Экология человека. – 2008.03 – С. 50-58
2. Moran M.D. Arguments for rejecting the sequential Bonferroni in ecological studies // Oikos. – February 2003. – Vol. 100, Iss. 2 – P. 403-405.
3. Garcia L.V. Escaping the Bonferroni iron claw in ecological studies // Oikos. – 2004. – Vol. 105, Iss. 3. – P. 657-663.
4. Hilton A. C., Armstrong R. A. Statnote 6: post-hoc ANOVA tests //Microbiologist. – September 2006. – P. 34-36.
5. Armstrong R A & Hilton A.C. The use of analysis of variance (ANOVA) in applied microbiology //Microbiologist. – 2004. – Vol. 5, No.4. – P. 18-21.
6. Day R. W., Quinn G. P. Comparisons of Treatments After an Analysis of Variance in Ecology // Ecological Monographs. – Dec., 1989. – Vol. 59, No. 4. – P. 433-463.
7. Руденко С.С., Лета У.В., Страшнюк В.Ю. Застосування програми ImageJ для оцінки впливу техногенних ландшафтів на життєздатність когорти *Drosophila melanogaster* // Slovak international scientific journal. – 2019. – Т.2, № 25. – P. – 18-24.
8. Білоконь С. В., Скляр В. С. Генотоксичний ефект гербіцидів і плодючість *Drosophila melanogaster* // Вісник ОНУ. – 2012. – Том 17, Вип. 4 (29). – Серія «Біологія». – С. 57-61.
9. Imasheva A.G., Bublik O.A. Quantitative variation of four morphological traits in *Drosophila melanogaster* under larval crowding //Hereditas. – 2003. – V.138 – P.193-199.
10. Офіційний сайт пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://agroscience.com.ua/views/perelik-pest-all>

REFERENCES

1. Grjibovsky A.M. Analysis of three and more independent groups of quantitative data //Human ecology – 2008.03 – P. 50-58.
2. Moran M.D. Arguments for rejecting the sequential Bonferroni in ecological studies // Oikos. – February 2003. – Vol. 100, Iss. 2 – P. 403-405.
3. Garcia L.V. Escaping the Bonferroni iron claw in ecological studies // Oikos. – 2004. – Vol. 105, Iss. 3. – P. 657-663.
4. Hilton A. C., Armstrong R. A. Statnote 6: post-hoc ANOVA tests //Microbiologist. – September 2006. – P. 34-36.
5. Armstrong R A & Hilton A. C. The use of analysis of variance (ANOVA) in applied microbiology //Microbiologist. – 2004. – Vol. 5, No.4. – P. 18-21.
6. Day R. W., Quinn G. P. Comparisons of Treatments After an Analysis of Variance in Ecology // Ecological Monographs. – Dec., 1989. – Vol. 59, No. 4. – P. 433-463.
7. Rudenko S.S, Leheta U.V., Strashnyuk V.Y. Using ImageJ for evaluation of the effect of technogenic landscapes on viability of *Drosophila melanogaster* cohorts // Slovak international scientific journal. – 2019. –Vol.2, №5. – P.18-24.
8. Belokon S.V., Sklyar V. S. Genetoxic effect of herbicides and fecundity of *Drosophila melanogaster* //The ONU Bulletin. Biology. – 2012. – Vol. 17, Iss.4 (29). – P. 57-61.
9. Imasheva A.G., Bublik O.A. Quantitative variation of four morphological traits in *Drosophila melanogaster* under larval crowding //Hereditas. – 2003. – V.138 – P.193-199.
10. The official website of pesticides and agrochemicals authorized for use in Ukraine [Electronic resource] - Resource access mode: <https://agroscience.com.ua/views/perelik-pest-all>

Comparative analysis of the effectiveness of a posteriori tests in cohort analysis (by example *D. melanogaster*)

S. S. Rudenko, A. V. Tom`yuk, S. S. Kostyshyn

Abstract. The article presents the results of evaluation of the effectiveness of using most popular a posteriori tests –the Sheffe test, the Tukey test, and the Bonferroni correction for to determine the reliability in the difference in cohort survival of model species for different stresses. As a model species, we used *D. melanogaster* and as a stress factor we used pesticides. It is found that the use of the Bonferroni correction is more appropriate when the effect of the comparable stress factors is quite contrast, and the Tukey test - when both factors significantly suppress survival of individuals. The use of the Sheffe test in cohort analysis is not recommended.

Keywords: cohort analysis, Tukey test, Bonferroni correction, Sheffe test, *D. melanogaster*, pesticides.

SPORTS

Вплив психофізіологічних властивостей на функціональний стан організму спортсменів-легкоатлетів

Ю. Л. Тонкопей, О. О. Скиба, А. В. Леоненко, С. В. Чередниченко

Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, місто Суми, Україна

Paper received 27.06.19; Accepted for publication 08.07.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-200VII24-10>

Анотація. В останні роки інтенсивно вивчаються особливості взаємозв'язків психофізіологічного, функціонального станів організму та фізичної працездатності студентів, що систематично займаються спортом. У процесі дослідження, серед контингенту виявлено більшість легкоатлетів із надмірною екстраверсивністю, а вивчення їх психофізіологічних властивостей дало можливість стверджувати про високу здатність швидко реагувати на подразники та виконувати певні дії. Так, у легкій атлетиці на фоні систематичних виснажливих тренувань, студенти перетинають межу зривів психоемоційного стану, що знижує ефективність навчальної, тренувальної та змагальної діяльності. Тому виникає нагальна потреба впровадження комплексу засобів відновлення для оптимізації функціональної готовності до виконання специфічного навантаження студентів легкоатлетів.

Ключові слова: психофізіологічні властивості, функціональний стан організму, спортсмени-легкоатлети, екстраверсія.

Короткий огляд публікацій по темі. Одними з головних завдань фізичного виховання у вищих закладах освіти України є залучення студентів до систематичного підвищення рівня рухової активності, збереження і зміцнення здоров'я, забезпечення високого ступеню розвитку рухових якостей, оптимізації функціональних можливостей організму молоді, придбання спеціальних знань, навичок та умінь, необхідних для майбутньої професійної діяльності.

На сьогодні в Україні та в країнах ближнього зарубіжжя спостерігається стійка негативна тенденція до збільшення кількості молоді з низьким і нижчим за середній рівнями фізичного здоров'я та фізичної підготовки [4]. Однією із соціально значимих причин цього явища є підвищення психічних, емоційних та стресових навантажень тощо [1].

В останні роки інтенсивно вивчаються особливості взаємозв'язків психоемоційного стану та фізичної працездатності спортсменів-студентів: стрільців з лука, гандболістів, легкоатлетів, борців, а також студентської молоді у цілому. Ці роботи визначають особливості впливу фізичних навантажень на показники функціонального стану центральної нервової системи та розумову працездатність. Виявлені основні механізми оптимальної, напруженої та неадекватної адаптації до важкої м'язової роботи. Але недостатньо є вивчені взаємозв'язки показників фізичної та психологічної працездатності та основних систем організму (серцево-судинної, кардіорегуляторної), що забезпечують адаптацію студентів легкоатлетів. Таким чином дослідження психофізіологічної на фоні виконання спортивної, навчальної діяльності спортсменів є актуальною медико-біологічною проблемою сьогодення [3].

Відомо, що займаючись тренувальною діяльністю з метою підвищення спортивної майстерності студентська молодь підвищує рівень морфофункціонального стану організму у цілому та оптимізує стан фізичної підготовки.

Тренувальна діяльність студентів у позанавчальний час впливає на формування морально-вольових якос-

тей їх психофізіологічну підготовленість.

На сьогодні в умовах соціальної та спортивної системи конкурування, студенти, крім високої фізичної підготовленості, повинні дотримуються тактики аферентного компоненту шляхом динамічного розвитку моральних, вольових і спеціальних психічних якостей та мотивації.

Так, у легкій атлетиці на фоні систематичних виснажливих тренувань, студенти перетинають межу зривів психоемоційного стану, що знижує ефективність навчальної, тренувальної та змагальної діяльності [3, 4].

Тому, оздоровлення та оптимізація функціонального та психофізіологічного стану молодих легкоатлетів – це одне із головних завдань фізичного виховання в умовах вищих закладів освіти. Для реалізації вищезначеного завдання слід мотивувати студентську молодь шляхом впровадження різних мотиваційних компонентів у процесі їх фізичного виховання та спорту.

Отже актуальність даної проблеми зосереджена на пошуках нових підходів та шляхів оптимізації психофізіологічного стану студентів легкоатлетів та їх функціональної готовності до виконання специфічного навантаження у позанавчальний час.

Мета: оцінка впливу психофізіологічних властивостей на показники функціонального стану організму спортсменів-легкоатлетів.

Матеріали і методи. Аналіз, узагальнення, систематизація соціологічної, педагогічної, соціально-психологічної та методичної літератури з метою вивчення проблеми і визначення теоретичних основ дослідження; структурно-логічний аналіз змістових та технологічних основ; педагогічне спостереження; анкетування за методикою Айзенка для оцінки симптомокомплексу екстраверсії-інтроверсії й нейротизму (емоційної стабільності); методи оцінки фізичного розвитку, та функціонального стану організму.

Під час дослідження було обстежено 16 юнаків 19 – 21 років, які займалися легкою атлетикою (спеціалізація спринт) у групах підвищення спортивної майстерності (спортивна кваліфікація: I розряд) Сумського

державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка. Для дослідження нейродинамічних функцій використано програмний комплекс «Діагност-1» відповідно до методики М. В. Макаренка, В. С. Лизогуба [2]. Дана методика характеризується високим рівнем інформативності та надійності, дозволяє уникати суб'єктивні фактори досліджуваних осіб під час оцінки властивостей нервової системи.

Визначення функціональної рухливості нервових процесів (ФРНП) здійснювалося за показниками швидкості, якості та кількості переробленої інформації в умовах «зворотного зв'язку»: чим більш безпомилковою була реакція досліджуваного на пред'явлення сигналів, тим швидкість появи подразників зростала і навпаки.

Таким чином, під час дослідження ФРНП аналізувалися показники часу виконання завдання, тривалості мінімальної експозиції та виходу на мінімальну експозицію. Після завершення тестування, отримані результати були автоматично збережені в архіві даних Microsoft EXCEL 2010.

Отримані дані підлягали математичній та статистичній обробці за допомогою прикладної програми «STATISTICA 8.0». Для первинної підготовки таблиць і проміжних розрахунків використовувався пакет Excel

Матеріали та їх обговорення. Адаптаційні зміни функціонального стану організму потребують комплексного контролю та коригування психофізіологічних особливостей для успішного виконання специфічного навантаження.

Багатокомпонентність факторів екзогенного та ендогенного середовища та комплексність їх впливу на морфофункціональний стан студентів легкоатлетів та показники успішності навчальної і спортивної діяльності потребують системному підходу до удосконалення умов та організації навчально-тренувального процесу.

Специфічний підхід дасть можливість досягти високих спортивних результатів з мінімальним ступенем ризику формування негативних зрушень функціональних можливостей організму студентів легкоатлетів.

У процесі дослідження нами було визначено, що більшість представників когорти респондентів потерпають від того, що тренувальні навантаження поєднанні із навчанням та вивченням нормативних дисциплін проводяться на тлі хронічної втоми та емоційного виснаження.

Часті фізичні та психологічні перевантаження призводять до перенапруження ряду функціональних систем.

Досліджені скаржаться на стан тривоги, порушення сну та відсутності відчуття відновлення. Тривалість таких симптомів з боку нервової системи можуть неминуче призвести до зниження функціонального стану організму та різних передпатологічних станів.

Показники серцево-судинної та дихальної систем обстеженого контингенту відповідали наведеним в спеціальній літературі віковим нормам та не мали значних відмінностей між віковими групами, коефіцієнт варіації знаходився в межах значення.

Визначено взаємозв'язок між спеціалізацією студентів легкоатлетів та показниками функціонального стану серцево-судинної системи. Різниця величин

систоличного артеріального тиску (САТ) «стрибки у довжину» та «спринтерів» становила 7,17% (відповідно; $p > 0,01$). Встановлено відсутність відмінностей показників діастолічного артеріального тиску (ДАТ) що пов'язано зі стабілізацією ДАТ за рахунок нервової регуляції, та випрямляючого ефекту периферійного опору.

Таким чином у процесі дослідження встановлено, що фізіологічний стан організму студентів визначався на достатньому рівні, що є передумовою для оптимізації функцій ряду фізіологічних систем організму у тому числі і за допомогою програми впливу психологічними методами і засоби відновлення на функціональну готовність до виконання специфічного навантаження студентів легкоатлетів. У протилежному випадку є можливість виникнення передумови розвитку передпатологічних станів, що у процесі життєдіяльності можуть прогресувати до складної системної патології.

Відмінною рисою досліджуваного контингенту стала характеристика показників частоти серцевих скорочень (ЧСС) та артеріального тиску з точки зору довготривалої адаптації серцево-судинної системи до вправ анаеробно-аеробного характеру. Серед дослідженого контингенту виявлено прояви функціональної економізації серцево-судинної системи із зниженим показником ЧСС у стані спокою нижче фізіологічної норми (спортивна брадикардія). Аналогічна тенденція виявлена і відносно функціональної характеристики зниження артеріального тиску (спортивна гіпотонія).

Так встановлено, що спортивна гіпотонія притаманна 56,78% юнаків, що займаються стрибками у довжину, та 63,45% атлетів-спринтерів. Характерні відмінності спостерігали і щодо спортивної брадикардії – 67,89% та 71,45% відповідно ($p > 0,01$).

У процесі визначення симптомокомплексу екстраверсії-інтроверсії й нейротизму (емоційної стабільності) за методикою Айзенка, досліджені особливості темпераменту контингенту студентів легкоатлетів. Для темпераменту студентів спортивної спеціалізації характерна показова амплітуда коливань (від мінімальної до максимальної). У одних спортсменів ці переходи здійснюються легко і невимушено, а у інших – з великою напругою і частими зривами.

Від темпераменту залежить, наскільки швидко людина включається в роботу і з якою швидкістю знижується темп діяльності. Так в руховій дії темперамент виражається в силі, швидкості, ритмі і темпі всіх психомоторних проявів людини.

Вираженість екстраверсії є передумовою нейротизації та психоемоційної нестабільності, що може призвести до зриву адаптаційних процесів. Але середній рівень екстраверсії супроводжується сильно-стабільними проявами психофізіологічного стану та є необхідною умовою для продуктивного впрацювання студентів легкоатлетів під час поєднання навчальної тренувальної діяльності.

Досліджуючи індивідуально-типологічні характеристики представників студентської когорти, була загострена проблема надмірної екстраверсивності та визначено даний показник у $36,48 \pm 4,56\%$ легкоатлетів, що свідчить про високий рівень йморності зриву

адаптаційних можливостей. Тоді як прояви інтраверсії були характерні для вірогідно меншої кількості студентів порівняно із екстраверсією (відповідно $p > 0,01$). Вказаний факт підтверджує результати попередніх наукових досліджень, що для спортсменів легкоатлетів характерна екстраверсивність.



Рис. 1. Індивідуально-типологічні особливості студентів легкоатлетів (екстраверсія-інтраверсія) %

На другому етапі проведено аналіз стану психофізіологічних показників студентів легкоатлетів (рис.2). Виявлено, що зареєстрований психофізіологічний показник функціональної рухливості нервових процесів (ФРНП), що за своїм змістом відображає здатність індивіда швидко реагувати на подразники та виконувати певні дії, значно вищий у представників, які мали характерні індивідуально-типологічні прояви екстраверсії ($40,34 \pm 2,89$ у.о. та $71,45 \pm 4,56$ у.о., відповідно $p > 0,01$).



Рис. 2. Дослідження функціональної рухливості нервових процесів та вираженості екстраверсії (%)

Достатній рівень екстраверсії не виснажує нервову систему тому провідна її функція на порядок вищі, порівняно із високим рівнем екстраверсії. Отже у таких легкоатлетів притаманне ФРНП більш високого

значення, особливо під час змагально-тренувальної діяльності, де від них вимагається максимальна демонстрація спортивних результатів.

Відомо, що однією з характерних особливостей тренуваного та організму є нерівномірність функціонування фізіологічних систем. Тому, в ході дослідження проведено порівняння вегетативного статусу студентів і встановлено статистичну відмінність до початку впровадження алгоритму впливу психологічними методами і засоби відновлення на функціональну готовність до виконання специфічного навантаження студентів легкоатлетів та після.

Зважаючи на вищевказані факти, було виокремлено та практично застосовано кілька видів відновлення функціонального стану організму легкоатлетів, а саме: відновлення із застосуванням педагогічних (чергування навантажень, відновлювальні тренування, відновлювальні дні, цикли); психологічних; фізичних; (масаж, водні процедури, відновлення шляхом впливу на біологічно активні точки) засобів відновлення та комплексних системи відновлення.

За допомогою аналізу результатів дослідження після впровадження елементів психофізіологічного розвантаження встановлено урівноваженість вегетативних процесів у всіх вікових категоріях. Вірогідна відмінність урівноваженості вегетативних процесів до початку та у кінці дослідження була встановлена у спортсменів 21 року відповідно; $p > 0,01$.

Перспективою подальших наукових досліджень є вивчення закономірностей відновних процесів, характеру стомлення і методів, що підвищують ефективність відновлення і активного відпочинку легкоатлетів.

Висновки. У легкій атлетіці на фоні систематичних виснажливих тренувань, студенти переминають межу зривів психоемоційного стану, що знижує ефективність навчальної, тренувальної та змагальної діяльності. Тому виникає нагальна потреба впровадження програми впливу психологічними методами і засоби відновлення на функціональну готовність до виконання специфічного навантаження студентів легкоатлетів.

Функціональний стан організму студентів легкоатлетів відповідав віково-фізіологічній нормі. У легкоатлетів загострена проблема надмірної екстраверсивності, що свідчить про високий рівень імовірності зриву адаптаційних можливостей.

Дослідження психофізіологічних показників студентів легкоатлетів у більшості випадків виявили високу здатність швидко реагувати на подразники та виконувати певні дії у представників, які мали характерні індивідуально-типологічні прояви екстраверсії.

З метою підвищення функціональної готовності до виконання специфічного навантаження легкоатлетів, що навчаються у вищих закладах освіти, нами було впроваджено комплексну систему відновлення організму.

ЛІТЕРАТУРА

1. Безруких М. М. Здоровьезберегающая образовательная среда и факторы, препятствующие ее созданию // Человек и образование, 2012. № 2 (31), С. 10–16.
2. Макаренко М. В, Лизогуб В.С. Онтогенез психофізіологічних функцій людини. Черкаси: Вертикаль, ПП Кандич С. Г., 2011, 256 с.
3. Кудря О.Н., Белова Л. Е., Капилевич Л. В. Адаптация сердечно-сосудистой системы спортсменов к нагрузкам разной направленности // Вестник Томского государственного университета, 2012. № 3 (56), С. 162–166.

4. Томенко О. А., Лазоренко С. А. Рівень соматичного здоров'я і рухової активності студентів вищих навчальних закладів // Слобожанський науково-спортивний вісник, 2010. Випуск 2, С. 17–20.
5. Schinke R. J., Battochio R. C., Dube T. V. Adaptation Processes Affecting Performance in Elite Sport // Journal of Clinical Sport Psychology, 2012. Vol. 6, Issue 2, P. 180–195.
6. Gucciardi, D. F., Hanton, S., & Fleming, S. Are mental toughness and mental health contradictory concepts in elite sport? A narrative review of theory and evidence. Journal of Science and Medicine in Sport, 2017. 20(3), 307–311.
7. Kennedy D.O. Phytochemicals for improving aspects of cognitive function and psychological state potentially relevant to sports performance. Sports Med. 2018 (Suppl). <https://doi.org/10.1007/s40279-018-1007-0>

REFERENCES

1. Bezrukykh M. M. Health-saving educational environment and factors hindering its creation // Chelovek y obrazovanye, 2012. № 2 (31), P. 10–16.
2. Makarenko M. V, Lyzohub V. S. Ontogenesis of psychophysiological functions of a person. Cherkasy: Vertykal, PP Kandysh S. H., 2011, P. 256.
3. Kudria O. N., Belova L. E., Kapylevych L. V. Adaptation of the cardiovascular system of athletes to loads of different directions // Vestnyk Tomskoho hosudarstvennoho unyversyteta, 2012. № 3 (56), P. 162–166.
4. Tomenko O. A., Lazorenko S. A. The level of physical health and physical activity of students in higher education // Slobozhanskyi naukovo-sportyvnyi visnyk, 2010. Vipusk 2, P. 17–20.

Influence of psychophysiological features on the functional state of the organism of athletes

Yu. Tonkopei, O. Skyba, A. Leonenko, S. Cherednychenko

Abstract. In recent years, the peculiarities of the interconnections between the psycho-physiological state and the functional state of the organism and the physical capacity of athletes-students are studied intensively. Among the contingent revealed most athletes with excessive extroversion. The investigation of psycho-physiological properties indicated a high ability to react quickly to stimuli and perform certain actions. In the field of athletics, against the backdrop of systematic exhausting training, students cross the line of failure of the psycho-emotional state. This is reduces the results of training, training and competitive activities. There is a need to implement a set of recovery facilities. To optimize the functional readiness to perform a specific load of athlete students.

Keywords: *psychophysiological properties, functional state of the organism, athletes, extraversion.*

TECHNICAL SCIENCES

Розрахунок опору різної форми ватерлінії та ватерлінії з встановленими виїмками на її поверхні методами обчислюваної гідродинаміки

Ю. М. Король, Ю. С. Боднарчук

Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв, Україна
Corresponding author. E-mail: yuriy.korol@nuos.edu.ua, julka.bodnar4uk@gmail.com

Paper received 21.06.19; Accepted for publication 03.07.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-200VII24-11>

Анотація. У роботі розглянуто питання впливу форми ватерлінії та форми й місця розташування поперечної виїмки на поверхні ватерлінії на ефективність зниження її опору. В роботі описується моделювання обтікання ватерлінії при зміні її вигину до потоку та від нього, а також процес верифікації місця розташування та форми виїмок на поверхні ватерлінії. При правильному виборі місця розташування і параметрів форми виїмки спостерігається перерозподіл тиску на поверхні об'єкту, що може бути використано для зменшення повного опору об'єкта.

Ключові слова: виїмки, прикордонний шар, опір, тиск, ватерлінія.

Оптимізація методів зниження опору води являється актуальною задачею гідродинаміки судна. Проте питання проектування та вдосконалення методів в сучасній практиці все ще не повністю вивчено. Вони вирішуються за допомогою наукових знань та інженерного досвіду. Практичне використання експериментального та чисельного моделювання в задачах вивчення методів зниження опору судна зазвичай зводиться до методу спроб та помилок. Тому можливість використання виїмок на поверхні судна спочатку виконувалась на умовній ватерлінії.

На сьогоднішній день з'явилася нова тенденція використання поверхні м'яча для гольфу в CFD пакетах була отримана візуалізація потоку яка демонструє, що точка відриву у м'яча для гольфа зміщується вниз за течією по відношенню до точки гладкої сфери. Крім того, оскільки глибина лунок стає глибшою в супер критичній області, точка відриву зміщується вверх по потоку, а зона сліду стає більшою. Детальне вивчення впливу конфігурації лунок на опір шару описується в роботах [1], [2]. При використанні даної концепції на поверхні автомобіля показало зменшення споживання палива приблизно на 11% [3]. Були досліджені та застосовані лунки у велоспорті [4]. Були проведені експериме-

нти з нанесенням лунок на кормову поверхню моделі судна [5].

Метою цієї статті є дослідження ефективності впливу виїмки та форми ватерлінії на прикордонний шар для зменшення опору тертя.

На змоченій поверхні об'єкта молекулярні сили між об'єктом та водою приводять до того, що частинки води практично не мають швидкості відносно поверхні об'єкта, що зазвичай називають умовою ковзання. На невеликій відстані від поверхні швидкість не дорівнює нулю і чим далі від поверхні швидкість стає ближчою до швидкості набігаючого потоку або швидкості руху об'єкту у воді. На початку обтікання потік є плавним і без перешкод тобто ламінарним. На деякій відстані в потоці виникають збурення, створюються невеликі вихри і відбувається перехід в більш хаотичний, турбулентний прикордонний шар який формується з суміші великих та малих вихрів. В середині турбулентного прикордонного шару, поряд з поверхнею об'єкта, є дуже тонкий під шар, що має товщину 0,1 мм і являється ламінарним, навіть коли в ньому можуть виникати короточасні сплески коливань [6]. Области потоку, які відбуваються на поверхні умовної ватерлінії зображені на рисунку 1.

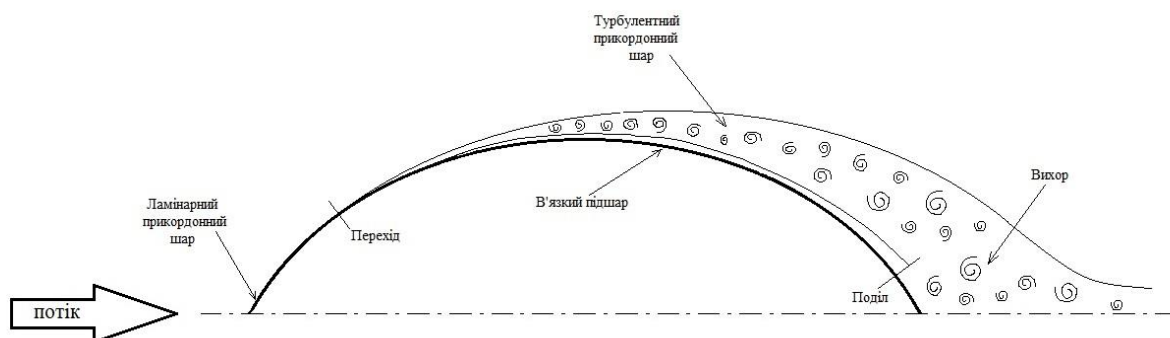


Рис 1. Утворення шарів на поверхні умовної ватерлінії

Умовна ватерлінія досліджувалася у CFD пакеті Flow Vision при цьому змінюючи вигин ватерлінії до

потоку та від нього для отримання характерних картин обтікання (рис.2).

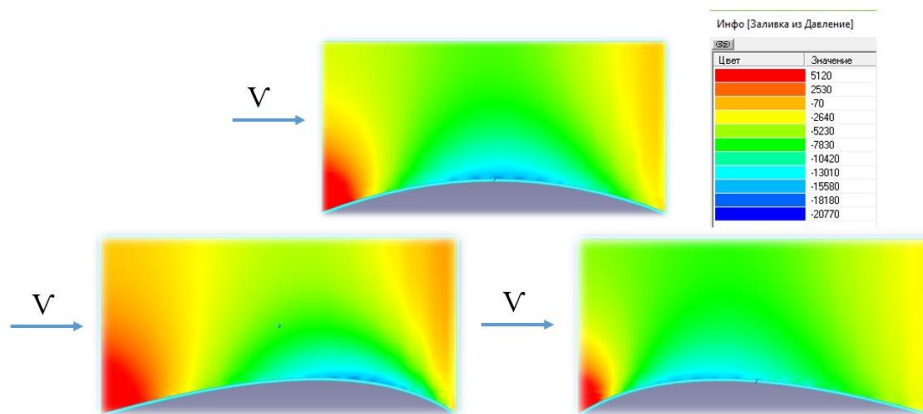


Рис 2. Візуалізація поля тиску при обтіканні умовної ватерлінії

Далі пропонується встановити одну поперечну виїмку на поверхні умовної ватерлінії як один з варіантів імітації ефекту м'яча для гольфу. Оскільки одна виїмка відносно площі поверхні м'яча досить мала, приблизно 0,1%, то вплив однієї виїмки можна розцінювати як елемент шорсткості. Вплив шорсткості на перехід прикордонного шару дуже залежить від фор-

ми, розміру та місця розташування виїмки. В роботі виконаною Прандтлем і Шліхтінгом (1934), Пай (1957) визнає, що жодна поверхня не є ідеально гладкою, тому необхідно визначати допустиму шорсткість поверхні. Вплив елемента шорсткості на турбулентний перехід зображений на рис.3 [7].

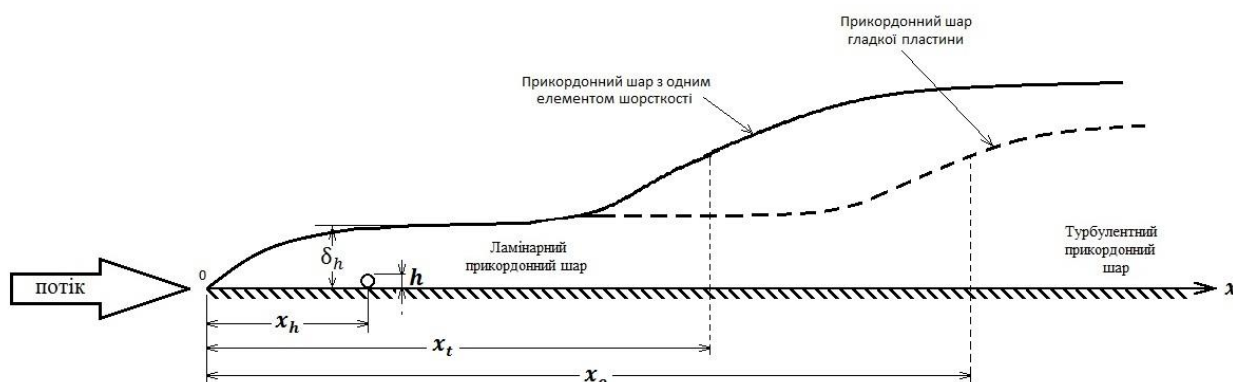


Рис 3. Перехід прикордонного шару та ефект шорсткості (Пай, 1957)

За рахунок елемента шорсткості перехід відбувається більш різко у порівнянні з гладкою поверхнею. За даними дослідження Драйдена (1953) при збільшенні висоти елемента шорсткості, h , точка переходу, x_t , наближається до положення самого елемента, x_h .

Правильно розроблена виїмка впливатиме на перехід режиму обтікання, а саме майже миттєво переходити від ламінарного прикордонного шару в турбулентний прикордонний шар.

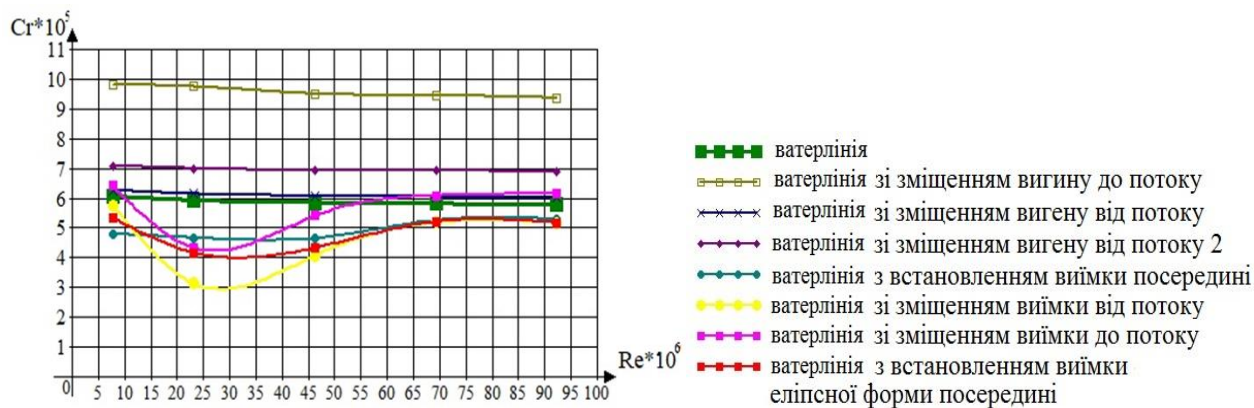


Рис 4. Варифікація обтікання умовної ватерлінії

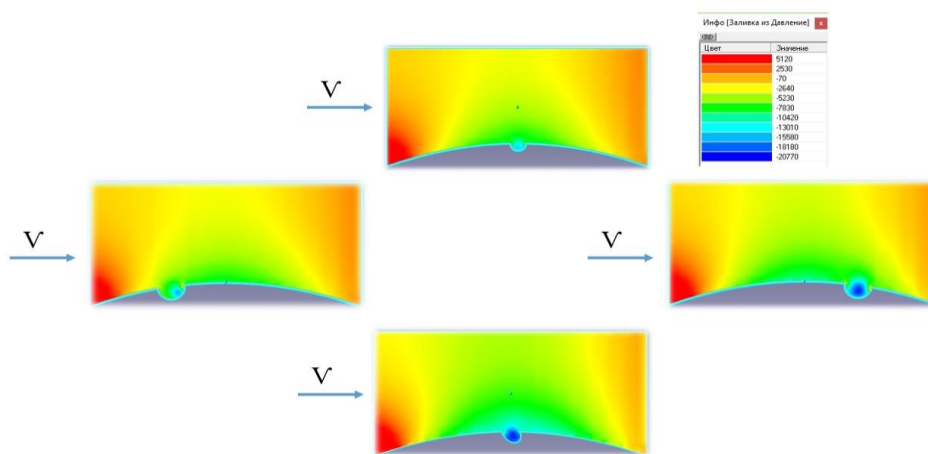


Рис. 5. Візуалізація розподілу тиску при встановленні виїмок

Це підвищує в'язкісний опір, але затримує поділ, тим самим знижуючи тиск. Для того щоб виїмка впливала на зниження опору та впливала на прикордонний шар, її розмір повинен перевищувати допустимий шорсткість в рівнянні:

$$h_{sa} = \frac{100 \cdot v}{\vartheta}, \quad 1$$

де v – кінетичний коефіцієнт в'язкості рідини [$\frac{M^2}{c}$], ϑ – швидкість набігаючого потоку або руху об'єкту в рідині.

Приймаючи до уваги, що розміри виїмки мають перевищувати умови допустимої шорсткості спочатку розміри виїмки були прийняті 5% від площі умовної ватерлінії. За результатами розрахунків було побудовано графік (рис.4.) на якому зображена ефективність виїмки з різним місцем розташуванням по відношенню до гладкої умовної ватерлінії.

На картині візуалізації тиску на поверхні умовної ватерлінії (рис.5) можна спостерігати як змінюється характер розподілу тиску в залежності від розміщення

виїмки. А саме відбувається перерозподіл тиску, а в середині виїмки створюється поле низького тиску за рахунок утворення в ньому макровихру.

Далі змінюємо геометрію виїмок для більшої ефективності. Розглядалося чотири варіанти геометрії які зображенні рис. 6.

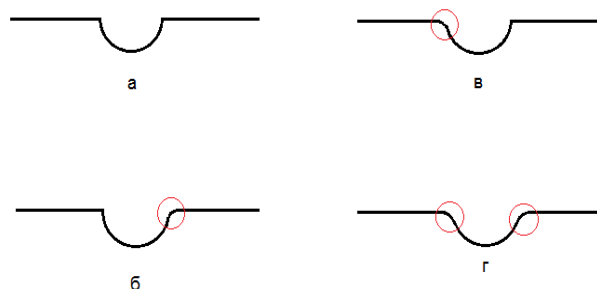


Рис. 6. Геометрія виїмок

Для пояснення явищ які відбуваються в середині виїмок розглянемо картину поля швидкостей (рис. 7)

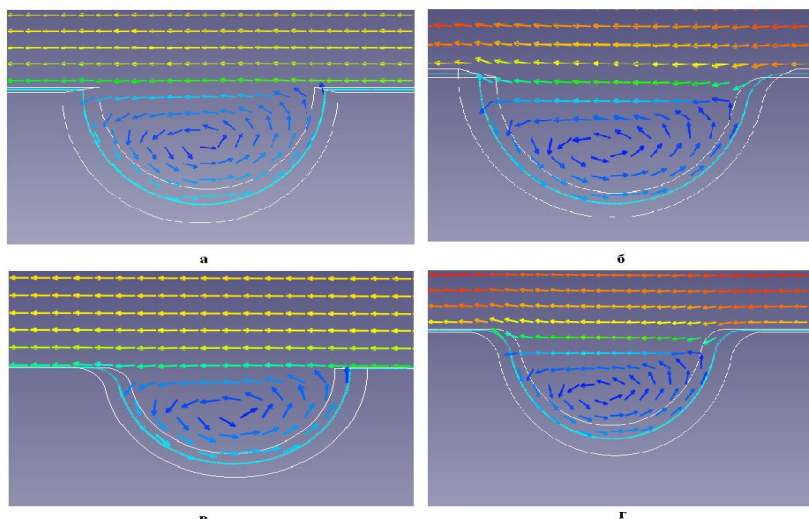


Рис. 7. Поле швидкостей в виїмках різноманітної конфігурації

Аналізуючи приведені вище зображення можна сказати, що у середині усіх виїмок тиск низький за рахунок вихрового плинну.

Обговорення: В межах даної роботи виконано дослідження ефективності виїмок на поверхні ватерлінії.

За отриманими результатами підтверджується, що за рахунок встановленої виїмки змінюється картина розподілу тиску та розподілу в'язкісних напруг вздовж поверхні ватерлінії. При її установці на поверхню об'єкта під час його руху в рідині всередині виїмки

створюється макро-вихор, в середині якого тиск знижується, що сприяє зменшенню товщини прикордонного шару. Результати розрахунків показали, що при правильному розташуванні та при виборі правильної форми виїмки можна знизити опір ватерлінії приблизно на 10%.

Висновок: В даній роботі розглянуто перспективність використання метода активного впливу на при-

кордонний шар з метою покращення ефективності зменшення повного опору об'єктів, а саме поперечної профільованої виїмки. Виконано велику кількість варіацій з місцем та формою виїмок на поверхні ватерлінії, а також форми самої ватерлінії. Надалі планується дослідження ефективності використання даного методу на днищовій поверхні суден.

ЛІТЕРАТУРА

1. Aoki K., Muto K., Okanaga H., Nakayama Y. Aerodynamic characteristic and flow pattern on dimples structure of a sphere// 10th International Conference on Fluid Control, Measurements and Visualization, Moscow, Russia, 2009
2. Chang-Hsien Tai, Chih-Yeh Chao, Jik-Chang Leong, Qing-Shan Hong. Effects of golf ball dimple configuration on aerodynamics, trajectory, and acoustics// National Ping-Tung University of Science and Technology, 2010, p. 1-11
3. Chear, C. K., Dol, S. S. Vehicle Aerodynamics: Drag Reduction by Surface Dimples// International Journal of Mechanical and Mechatronics Engineering, 2015, Vol:9, No:1.
4. Collins S. Rough around the edges, Journal Racecar Engineering, 2006, pp. 42-14.
5. Donnelly, K. J. Reduction of Ship Resistance through Induced Turbulent Boundary Layers// Florida Institute of Technology, Melbourne, Florida, 2009, p. 1-74.
6. Allroth, J. A CFD Investigation of Sailing Yacht Transom Sterns// Chalmers university of technology, Sweden, 2003, 17 p.
7. Девнин, С. И. Силы, действующие на цилиндр малого удлинения [Текст] / С. И. Девнин //Аэрогидро- механика плохообтекаемых конструкций. – Л., 1983 – С. 101.

REFERENCE

7. Devnin, S.I. Sily, deystvuyushchie na tsilindr malogo udlineniya [The forces acting on a cylinder of small elongation]. Leningrad, Aerohydrodynamics of poorly streamlined structures., 1983. 101p.

Calculation of the resistance of different forms of waterline and waterline with installed recess on its surface by methods of calculated hydrodynamics

Y. M. Korol, J. S. Bodnarchuk

Abstract. The paper considers the influence of the shape of the waterline and the shape and location of the transverse recess on the surface of the waterline on the efficiency of reducing its resistance. The paper describes the simulated waterline flow when it is changed to bend to and from the stream, as well as the process of verifying the location and shape of the recess on the surface of the waterline. With the correct choice of location and the shape of the recess, there is a redistribution of pressure on the surface of the object, which can be used to reduce the total resistance of the object.

Keywords: *recesses, boundary layer, resistance, pressure, waterline.*

Application of improved PESTLE analysis of the environment of an organizational project in the field of aircraft maintenance

D. F. Cepeda Guaman

University "KROK", Kyiv, Ukraine
Corresponding author. E-mail: ferchoevol2@gmail.com

Paper received 28.06.19; Accepted for publication 11.07.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-200VII24-12>

Abstract. It is proposed to identify the stakeholders of the organizational project in the field of aircraft maintenance and analysis of factors that may have a positive or negative impact on its realization. For this purpose the author proposes to use an improved PESTLE analysis by way of introduction of the BE factor, presents the scheme-algorithm of PESTLE analysis and the stages of its carrying out. It is proved the results of this analysis will allow the project manager and his team to react promptly and efficiently in case of emergent factors.

Keywords: *project approach, organizational project in the field of aircraft maintenance, stakeholders, PESTLE analysis, factor, behavioral economics.*

Introduction. Project management is widely used in many industries in the world that is why it is worthy to serve as a tool in realization of organizational projects in the field of aircraft maintenance. There are the projects for the creation and opening of new aircraft maintenance companies. These projects are partly organizational, partly technical. In the process of implementing such a projects, there are many issues of both legal and organizational nature that are related to the owners of such contracts.

Therefore, there is a need for a more detailed analysis of the external and internal environment of these projects.

A brief overview of publications on the issue. The current state of the development of the project management methodology [1] suggests managing the human resources and stakeholders of the project, and within the framework of that management certain procedures are being carried out for the identification, analysis, development of monitoring, control and response measures, but still there is a need for a more detailed analysis of the project environment.

In [2] the author divided the perception of the firm into an internal and an external one, in other words these are stakeholders whose interests and requirements should be satisfied. This work provides an opportunity to carry out analysis of the internal and external environment and can be used to plan and implement an organizational project in the field of aircraft maintenance.

S. D. Bushuev [3] proposed models and methods for creative project management based on the creativity of project team members that allow use human potential efficiently, but this is not enough for management of external stakeholders of an organizational project in the field of aircraft maintenance.

In the work [4] an algorithm for identifying of project stakeholders that describes the sequence of this process and that can serve as a basis for stakeholder analysis of any project is proposed.

The authors in a piece of work [5] conducted a research on understanding the nature of stakeholders and their groups, particularly in determining the need for stakeholder analysis as a means of mitigating of conflicts, risks, conducting of a dialogue and enhancing the sustainability of a company, and as a consequence, the structural and logical sequence of stakeholder analysis is proposed.

This study can also be the basis for an analysis of stakeholders of an organizational project in aircraft maintenance.

In the work [6] the authors conducted a preliminary assessment of the stakeholders of organizational projects in the field of aircraft maintenance aimed at taking into account their both positive and negative influence in the process of planning and implementation of these projects. Taking into account of this information enables the project manager and his team to ensure the effective and timely implementation of this project in order to meet the needs of stakeholders.

The author [7] proposed to consider factors influencing stakeholders in an organization project in the field of aircraft maintenance, and may represent potential risks that might negatively affect the implementation of this project by way of conducting a PESTLE analysis of the principles of behavioral economics.

Thus, the review of publications showed that, to date, there is a need for a more detailed analysis of stakeholders of organizational projects in the field of aircraft maintenance, taking into account the principles of behavioral economics.

Goal. The purpose of this study is to improve PESTLE analysis by taking into account of the principles of behavioral economics in the process of implementation of the organizational project in the field of aircraft maintenance that henceforth will let perform a more detailed analysis of the environment of the project.

Materials and methods. Carrying out of any project, including the organizational project in the field of aircraft maintenance, is accompanied by satisfaction of the needs of its stakeholders. At the same time, it is possible to put in a position of determination of certain needs of a stakeholder and of the work of the project that ensure the fulfillment of this need.

Each project has its stakeholders that might be affected by the project and might have a positive or negative impact on the project [1]. Some stakeholders may have a limited ability to influence the work or final result of the project, while others may have a significant impact on the project or its expected results. Research and analysis of emergencies in projects that received a wide response indicate the importance of a structured approach to identification, setting of priorities and stakeholders' engage-

ment. The ability of a project manager to identify properly and manage correctly all stakeholders determines a success or a failure of the project. To increase the chances of success in the process of identifying and involvement of stakeholders, it is necessary to proceed immediately after the approval of the statute, appointment of a manager and commencement of the project team formation.

Stakeholders' satisfaction must be identified and managed as one of the project objectives. The key to effective stakeholders' engagement is to focus on continuous communication with them, including team members, to understand their needs and expectations, resolving of issues when they arise, management of conflicts of interests and encouragement of stakeholders' involvement in the decision making process and project work.

The process of identifying and engaging of stakeholders for the benefit of the project is iterative, because the operations concerning their identification, setting of priorities and engagement should be reviewed and updated on a regular basis and, at a minimum, during the following periods of time when:

- the project passes through different phases during its life cycle;
- the existing stakeholders complete the project or new stakeholders become a part of the stakeholders' community;
- in the organization or in the wider community of stakeholders significant changes are happening.

The process of stakeholders' identification comprises their regular identification, analysis and documenting of the relevant information on their interests, involvement, interconnection, present and potential impacts on success of the project. The key benefit of the process is that it gives the project team the opportunity to identify a specific focus to attract each stakeholder or stakeholders' group.

The following methods can be used to collect data on project stakeholders:

- questionnaires and surveys present written sets of questions designed to collect quickly information from a larger number of respondents. This method is best suited to work with different audiences in situations where rapid collection of information is required when respondents are geographically distributed and when statistical analysis might be appropriate;
- brainstorm is used to create in a short period of time a list of ideas, it is carried out in a collective environment and under the guidance of a moderator. This method consists of two stages: the collection of ideas and their analysis.

The following methods can be used to analyze the information about the stakeholders:

- stakeholders' analysis, that discloses a list of stakeholders and information concerning them, in particular their position in the organization, their role in the project, rates, expectations, attitudes (level of project support), and their interest in project information. Stakeholders' stakes may include the following: interest (level of interest in the final product of the project), rights (legal, moral or property), knowledge (experience), contribution (financial, material);

- analysis of existing project documents and lessons learned from previous projects for identifying stakeholders and identifying other supporting information.

Project stakeholders can be divided into internal and external. For a more accurate and weighted assessment of the environmental factors (opportunities/threats) of an organizational project in the field of aircraft maintenance it is proposed to use the PESTLE analysis that is a modified version of the PEST analysis [7, 8, 9].

Results and their discussion. PESTLE analysis shows how political (P), economic (E), social (S), technological (T), legal (L) and environmental (En) factors may and (or) do affect realization of projects, particularly an organizational project in the field of aircraft maintenance [8, 9].

The main purpose of PESTLE analysis is to determine the factors that satisfy two criteria [9]:

- they are beyond project management;
- they have a certain level of influence on the project.

All factors shall be to be thoroughly analyzed and their possible impact on the project shall be assessed. To get the most complete picture of impact of external factors on the project experts of the project team with different functional responsibilities should be included in the process of their determination.

The algorithm for PESTLE analysis includes the following steps [9]:

Step 1. Identification of factors that may have an impact on the project environment (P, E, S, T, L, E). To accomplish this task it is necessary for each identified project stakeholder to make a list of factors that may have an impact on the project. At this stage project experts can work independently or in groups. Brainstorming may also be organized to identify and compile a list of factors. Information and understanding of the situation in the project is the most important stage of any analysis. To obtain a realistic picture of the variability of the environment of the project it is necessary to carry out a survey of experts from the project team that have different roles. All open information about the project should be explored. After allocation of the factors it is necessary to combine them into six standard groups: political (P), economic (E), social (E), technological (T), legal (L) and environmental (En).

Step 2. Collection of information on the dynamics and nature of change of each factor (P, E, S, T, L, E). After all factors that may have impact on the project have been identified and classified, it is necessary to assess the probability of change and occurrence of a factor according to a five-point grading scale, where 1 means the minimum probability of a factor change and 5 is the maximum probability of change, in particular, they can be estimated as follows: 1 – from 0 to 20%; 2 – in the range of 20-40%; 3 – about 40-60%; 4 – about 60-80%; 5 – from 80 and close to 100%.

The assessment is better done not individually, but among the group of experts. According to the results of the expert survey the average score for each factor is derived, which depends on expert estimates.

Step 3. Analysis of significance and degree of influence of each factor (P, E, S, T, L, E). After all factors that may have impact on the project are identified and classified, one must assess the level of impact of each of the factors.

The assessment of the “power” of any factor is a subjective expert evaluation according to a grading scale from 1 to 3, where 1 means the influence of the factor is inconsiderable, *i. e.* any change in the factor practically does not affect the project; 2 means the influence of the factor is moderate: only a significant change in the factor affects the project; and 3 means the factor influence is critical (high): any fluctuations cause significant changes in the project.

The assessment of the degree of influence of each factor is based on expert evaluation, based on statistical processing of each individual expert.

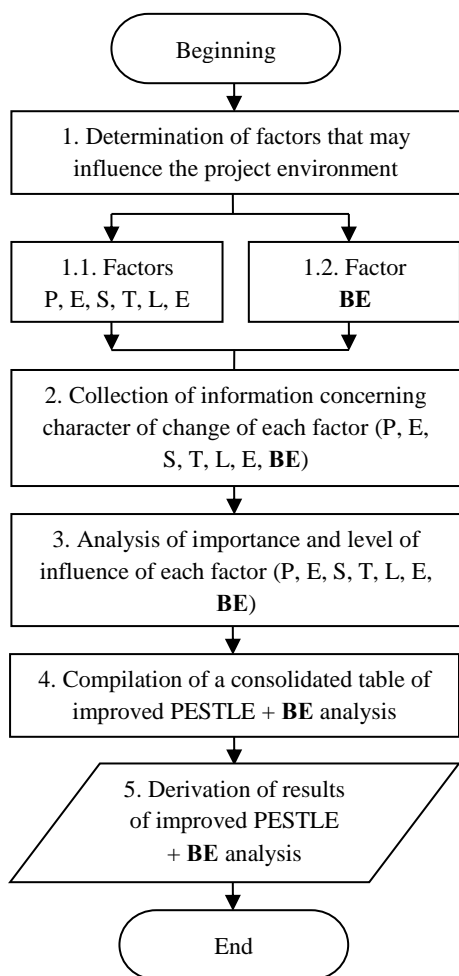


Fig. 1 The algorithm of improved PESTLE analysis due to the introduction of the BE factor

Step 4. *Compilation of a consolidated table of improved PESTLE analysis.* The next step is to calculate the impact of the factor on the basis of the probability of its change – this demonstrates the real significance of each factor for the project among all the factors affecting the project. This indicator allows assess how much the project team should pay attention to and control this factor of the project environment change. It is calculated as the probability of change of the factor, weighted by the force of

influence of this factor in the total amount of influence of factors. The higher the actual significance of the factor is, the more attention and effort should be given to reduce the negative impact of that factor on the project.

Step 5. *Derivation of the results of the improved PESTLE analysis.* In order to complete the analysis, it is necessary to draw conclusions: for each factor to show the influence of the factor on the project and plan the measures to be taken to reduce the negative impact of the factor and maximize the positive impact of the stated factor on the project. In addition, it is necessary to identify who from the project team members will supervise the factor changes, the frequency of that supervision and the thresholds for the factor change.

The author proposes to improve the PESTLE analysis by incorporating a separate factor – the environment of behavioral economics [10], which we will call the BE factor (Behavioral Economics), where the stakeholders of the project are characterized by irrationalism, which, however, may be controlled due to the existence of certain laws, in accordance to with the irrational – in terms of the traditional economy – behavior can be explained and even predicted.

The algorithm of the improved PESTLE analysis by introducing of the BE factor is given in the form of a block diagram (Fig. 1) [8].

Consequently, the algorithm for carrying out of improved PESTLE+BE analysis includes the following steps [8]: 1. Determination of factors that may influence the project environment: 1.1. Factors P, E, S, T, L, E; 1.2. BE factor. 2. Collection of information concerning character of change of each factor (P, E, S, T, L, E, BE). 3. Analysis of importance and level of influence of each factor (P, E, S, T, L, E, BE). 4. Compilation of a consolidated table of improved PESTLE+BE analysis. 5. Derivation of results of improved PESTLE+BE analysis.

Conclusions. The author proposes to improve PESTLE analysis by way of studying of the principles of behavioral economic (BE factor), as well as its application in planification of an organizational project in the field of aircraft maintenance. With the PESTLE + BE analysis the project manager and his team cannot only identify factors and assess their possible impact on the project in the future, but also appoint the persons responsible for control and monitoring of unfavorable change of factors and development of measures to be taken in advance to tackle these planification changes. Despite of the fact that preparation of some measures may take a long time, change of factors will no longer be a problem for the project team. The project team will be ready in advance for many future events. And this, in turn, will allow faster reaction and greater flexibility – in fact by way of mobility increasing by simply using of improved strategic analysis tool.

REFERENCES

1. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Six Edition. USA. PMI, 2017. 756 p.
2. Freeman, R.E. Stakeholder Theory: The State of the Art. Cambridge University Press, 2010. 300 p.
3. Bushuev S.D., Bushueva N.S., Babaev I.A. et al. Kreativnyye tekhnologii upravleniya proektami i programmami. [Creative Technology project and program management]. Kyiv, «Samit-Kniga», 2010. 768 p.
4. Nokhrina L.A. Alhorytm identyfikatsiyi steykholderiv [Stakeholder Identity Identification Algorithm]. Materialy V mizhnar. nauk.-teor. Internet-konf. “Misto. Kul'tura. Tsyvili-zatsiya” [Abstracts of the V International Scientific and The-

- oretical Conference "City. Culture. Civilization"]. Kharkiv: KHNUMH im. O.M. Beketova, 2015. pp. 168-175.
5. Smachylo V.V., Kolmakova O.M., Kolomiyets' Yu.V. Protsedura analizu steykkholderiv pidpryyemstva [The procedure for the analysis of stakeholders of the enterprise]. *Ekonomika ta suspil'stvo* [Economics and Society], 2017, no. 12, pp. 348-353. [E. source]. Available at: <http://economyandsociety.in.ua/journal-12/19-stati-12/1334-smachilo-v-v-kolmakova-o-m-kolomiets-yu-v>. (Accessed 11 June 2019). [in Ukrainian].
 6. Mel'nychenko O. I., Cepeda Guaman D. F., Byelova O. I. Identyfikatsiya steykkholderiv orhanizatsiynykh proektiv u sferi obsluhovuvannya litakiv [Identification of Stakeholders of Organizational Projects in the Field of Servicing of Aircraft]. *Visnyk Natsional'noho transportnoho universytetu* [Bulletin of the National Transport University]. K. : NTU, 2019. no. 1(43), pp. 100-115. DOI: 10.33744/2308-6645-2019-1-43-100-115.
 7. Cepeda Guaman D. F. Model' otocennya orhanizatsiynoho proektu v umovakh povedinkovoyi ekonomiky [Model of the environment of an organizational project in a behavioral economy]. *Materialy Tret'oyi Mizhnarodnoyi naukovy praktichnoyi konferentsiyi «Project, Program, Portfolio Management»* [Abstracts of the III International Scientific and Practical Conference «Project, Program, Portfolio Management»]. Odesa, ONPU, 2018, pp. 89-91.
 8. Cepeda Guaman D. F., Danchenko O. B. Vdoskonalenny metod PESTLE-analizu zovnishn'oho seredovyscha proektiv [Improved PESTLE analysis of project environment]. *Tezy dopovidey naukovy praktichnoyi konferentsiyi «Upravlinnya proektamy u rozvytku suspil'stva. Tema: «Upravlinnya proektamy v umovakh ochikuvannya hlobal'nykh zmin»* [Abstracts of the Scientific and Practical Conference «Project management in the development of society. Theme: «Project management in the context of global change expectations»]. Kyiv: KNUBA, 2019. pp. 96-98.
 9. PESTLE analysis: How to conduct a trend analysis of the macro environment of the company - www.bbe.kiev.ua. [E. source]. Available at: http://www.bbe.kiev.ua/db_method/pestle_how_to.html. (Accessed 11 June 2019). [in Russian].
 10. Yakovleva Ye. A. Povedencheskaya ekonomika kak oblast' nauchnogo znaniya v sovremennoy ekonomicheskoy nauke [Behavioral economics as a field of scientific knowledge in modern economics]. *Journal of Economic Regulation*. 2014. no. 2. vol. 5. pp. 62-69 [E. source]. Available at: http://hjournal.ru/files/JER_5_2/jer_5_2-6.pdf. (Accessed 11 June 2019). [in Russian].

Проектування об'єктів короткочасної рекреації на території Прикарпаття

О. В. Гера

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, Україна
Corresponding author. E-mail: geraoksana@gmail.com

Paper received 09.06.19; Accepted for publication 20.06.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-200VII24-13>

Анотація. Розглянуто соціальну та економічну роль рекреації. Обґрунтовано необхідність оновлення та створення нових об'єктів короткочасної рекреації. Проаналізовано рекреаційний потенціал України та Івано-Франківської області. Використовуючи цифрову модель рельєфу, розроблено проект розташування трас для теренкуру з урахуванням принципів раціонального використання земельних ресурсів.

Ключові слова: рекреаційні території, рекреація, земельні ресурси, теренкур, цифрова модель рельєфу.

Вступ. Сучасний динамічний темп життя виснажує фізичні та психічні ресурси людей. Необхідність постійного вдосконалення та покращення професійних навиків задля того, щоби залишатися затребуваним членом суспільства, змушує безупинно працювати та вирішувати всі питання негайно, в режимі реального часу та без затримок. Однак, тривала безперервна зайнятість у режимі он-лайн не може не вплинути негативно як на стан здоров'я, так і на показники якості роботи. Цей момент не тільки досліджений, але й насправді врахований у графіках роботи працівників передових закордонних та вітчизняних організацій (скорочена тривалість робочого дня, додаткові вихідні дні, оплачені абонементи для занять спортом тощо). Очевидно, що питання активного відпочинку та рекреації людей стає дедалі актуальнішим.

Короткий огляд публікацій. Велика кількість наукових публікацій, які торкаються засад розвитку туристично-рекреаційної галузі, свідчить про актуальність цього питання. У статті [1] досліджено досвід країн ЄС у сфері управління туризмом і рекреацією на державному і регіональному рівнях. На основі проведених авторами досліджень запропоновано моделі управління туризмом і рекреацією, також проаналізовано європейський досвід використання організаційного механізму державного управління розвитком туристично-рекреаційного сектору. Методика розрахунку інтегральної оцінки туристично-рекреаційного потенціалу регіонів України розроблена у [2]. У праці [3] запропоновано критерії визначення туристично-рекреаційного потенціалу території як чинника розвитку екологічного туризму. Огляд форм територіальної організації туристично-рекреаційної діяльності, з акцентом на короткочасову та побутову рекреацію здійснено у [4].

Мета. Запропонувати способи розширення варіантів та ділянок, придатних для короткотривалої рекреації на локальному рівні, опираючись на наявні рекреаційно-оздоровчі ресурси з дотриманням принципів оптимального використання земельних ресурсів.

Виклад основного матеріалу. Визначено, що рекреація – це широке коло специфічних видів діяльності людей, спрямованих на відновлення фізичних і духовних сил, реалізація яких проходить на спеціалізованих територіях у вільний час. Рекреацію за її тривалістю класифікують на щоденну, короткочасну з поверненням на ночівлю у місяці постійного проживання і без повернення (рекреація у вихідні дні наприкінці тижня), а також тривалу з ночівлею поза місцем постійного

проживання. Щоденна рекреація здійснюється на територіях проживання, наприклад, у спортивних центрах, паркових і пляжних зонах. Територіально короткочасна рекреація обмежується міською і приміською зоною у радіусі кількох годинної пішохідної або транспортної доступності. Здійснення тривалої рекреації територіально не обмежене. За вказаною ознакою щоденна і короткочасна рекреація співпадає з таким поняттям як відпочинок, а тривала рекреація з ночівлею поза місцем постійного проживання за своєю суттю відповідає туризму [5].

Безсумнівно, туристична поїздка має більше переваг у порівнянні з короткочасною рекреацією поблизу місця проживання. Однак, беручи до уваги переважно жорсткий графік роботи та обмежену кількість днів річної відпустки, а також обмежену платоспроможність переважної більшості українців, важливо розвивати локальні рекреаційні території.

Покращення та модернізація існуючих рекреаційних об'єктів, а також створення нових може вирішити ряд різнопланових, але важливих питань:

- забезпечення належної рекреації населення (розширення різноманітності видів дозвілля та оздоровлення з мінімальними фінансовими та часовими витратами) для відновлення фізичного та психічного стану людей;

- оптимальне використання земельних та інших природних ресурсів для реалізації наявного рекреаційного потенціалу;

- оновлення або створення об'єктів інфраструктури (дороги, пункти медичної допомоги, об'єкти готельного, комерційного бізнесу тощо) для покращення соціального статусу та рівня благоустрою населеного пункту біля запланованого об'єкту рекреації;

- створення нових робочих місць для часткового вирішення проблеми безробіття;

- забезпечення додаткових надходжень до місцевих бюджетів, що у перспективі повинно покращувати рівень життя населення.

Неможливо влаштувати рекреаційні об'єкти у місцевості, яка не володіє рекреаційним потенціалом. Тому варто зазначити, що освоєні та потенційні рекреаційні території займають 12,8 % території України, що є достатнім просторовим базисом для розвитку цієї галузі. Розвиток рекреації та туризму для покращення економічних показників проголошено одним із пріоритетних напрямків діяльності як на національному, так і на регіональному рівнях.

Урахування Державної стратегії регіонального розвитку України на період до 2020 року та визначення особливостей планування регіонального розвитку Івано-Франківської області викладено в головному планувальним документі – «Стратегія розвитку Івано-Франківської області на період до 2020 року».

Стратегією поставлено важливе завдання – перетворити Івано-Франківщину в самобутній та самодостатній край, у якому поєднуються європейські цінності з віковими національними традиціями, відкритий до співпраці культурний, туристичний, курортно-рекреаційний центр України, регіон з комфортним та безпечним життєвим середовищем і високим рівнем соціально-духовного життя.

Природні умови Івано-Франківської області дають підставу для формування рекреаційних територій короткочасного відпочинку і залучення рекреантів з інших областей.

Проведені оцінка природно-ресурсного потенціалу районів Івано-Франківської області, та оцінка рекреаційно-туристичної інфраструктури свідчать про високі показники Надвірнянського, Долинського, Косівського, Коломийського районів. У той час як Тлумацький, Богородчанський, Снятинський за даними критеріями дещо відстають.

Склалась така ситуація, що у Карпатах насиченість територій рекреаційними об'єктами висока (Поляниця, Яблуниця, Ворохта, Яремче, Татарів, Косів). Але кожен рекреаційний об'єкт обмежується рекреаційною ємністю території – кількість відпочиваючих, які без суттєвої шкоди для природного комплексу можуть перебувати на певній території у певний проміжок часу. Тому створення нових об'єктів у районах з менш розвиненою туристичною інфраструктурою не тільки у перспективі забезпечить їм фінансові надходження, але й сприятиме розвантаженню гірських ландшафтів, дасть можливість для відновлення природних ресурсів.

За підсумком здійсненого вище аналізу, прийнято рішення щодо створення проекту влаштування трас для теренкуру у Тлумацькому районі Івано-Франківської області.

Тлумацький район відноситься до дотаційних районів, основним видом його діяльності є сільське господарство; потужні підприємства промисловості – відсутні. Розглядаючи фізико-географічне розташування села Ісаків вказаного району, можна стверджувати, що дана місцевість добре забезпечена природно-рекреаційними ресурсами: Дністровський каньйон, місця для плавання, лісиста територія, лікувальні води. Поблизу немає швидкісних магістралей та заводів, що говорить про чисте атмосферне повітря, яке не поступається гірському.

Село Ісаків розташоване на сході Тлумацького району в орографічному районі – Придністровське Покуття, яке ще називають Тлумач-Городенківською височиною, на відстані 12,6 км від районного центру. Ця височина лежить на північ від річки Прут і простягається до долини ріки Дністер. Абсолютні висоти місцевості сягають від 186 м до 277 м. Місцевість горбиста, із схилами переважно північно-східної експозиції, ухилом від 3° до 8°. Сума активних температур складає 2400°-2500°, річна кількість опадів 610-750 мм. Серед-

ня тривалість безморозного періоду 155-160 днів. Рельєф місцевості сприятливий для мандрівок туристів усіх вікових груп у будь-яку пору року. На околиці села є травертиновий водоспад Дівочі сльози, який вважається прекрасним природним утворенням і належить до пам'яток природи України. Дістатися до водоспаду можна як зі схилу каньйону, так причаливши до берега на плавзасобі. Висота водоспаду 5 м.

Обґрунтуємо вибір виду рекреації. Вплив прогулянок по рівній місцевості, у чергуванні з підйомами та спусками, на тренування м'язів серця, покращення кровообігу та зменшення ожиріння дослідив ще наприкінці XIX ст. німецький професор з Мюнхена Макс Ертель (Max Oertel). Його метод отримав назву теренкур, тобто лікування ландшафтом, коли до кліматичного впливу гірської чи морської місцевості додається активний рух. Отже, первісно "теренкур" (від фр. *Terrain* – місцевість і нім. *Kuren* – лікувати) – це метод санаторно-курортного лікування, що передбачає дозовані фізичні навантаження у вигляді пішохідних прогулянок, сходжень у пересіченій місцевості за певними, розміченими маршрутами. Сьогодні термін "теренкур" частіше використовують для позначення спеціально прокладених маршрутів, призначених для лікувального ходіння. Важливо, що влаштування таких трас не передбачає руйнівного перетворення земельних ділянок, втручання у природні ландшафти, залучення значних фінансових інвестицій (як це відбувається, наприклад, при будівництві гірськолижних трас). Натомість, отримуємо не тільки відпочинковий, естетичний, але й оздоровчий ефект.

Розглянемо питання розташування об'єкту з точки зору управління земельними ресурсами. Територія нашого зацікавлення частково розташована у межах регіонального ландшафтного парку "Дністровський" та належить до земель природно-заповідного призначення. Нормативними документами передбачено обмеження господарського використання таких земель. Проте одним із головних завдань створення регіональних ландшафтних парків є забезпечення умов для ефективного туризму, відпочинку та інших видів рекреаційної діяльності в природних умовах з додержанням режиму охорони заповідних природних комплексів і об'єктів. Використовуючи зображення та цифрову модель рельєфу, отримані з програмного забезпечення Google Earth, створено тривимірне зображення поверхні, карти ухилів та експозицій місцевості. Далі запроєктовано два маршрути різних рівнів складності подолання (рис. 1), а для їх кількісної характеристики побудовано поздовжні профілі рельєфу. Легкий маршрут (зелена пунктирна лінія) має вигляд кола; час проходження становить 20-30 хвилин. Крутизна підйомів становить 3-5°, загальна протяжність дорівнює 1150 м, а висота найвищої точки – 274 метрів над рівнем моря. Із цікавих місць тут знаходиться невелике озеро, в якому можна купатися, та два місця для відпочинку. Передбачена свердловина із питною водою. Відстань від початку маршруту до першого місця відпочинку становить 350 м із плавним спуском до відмітки 246 метрів. Після другого місця відпочинку, рекреанти рухаються вгору стежкою протяжністю 640 метрів і на цьому маршрут закінчується.

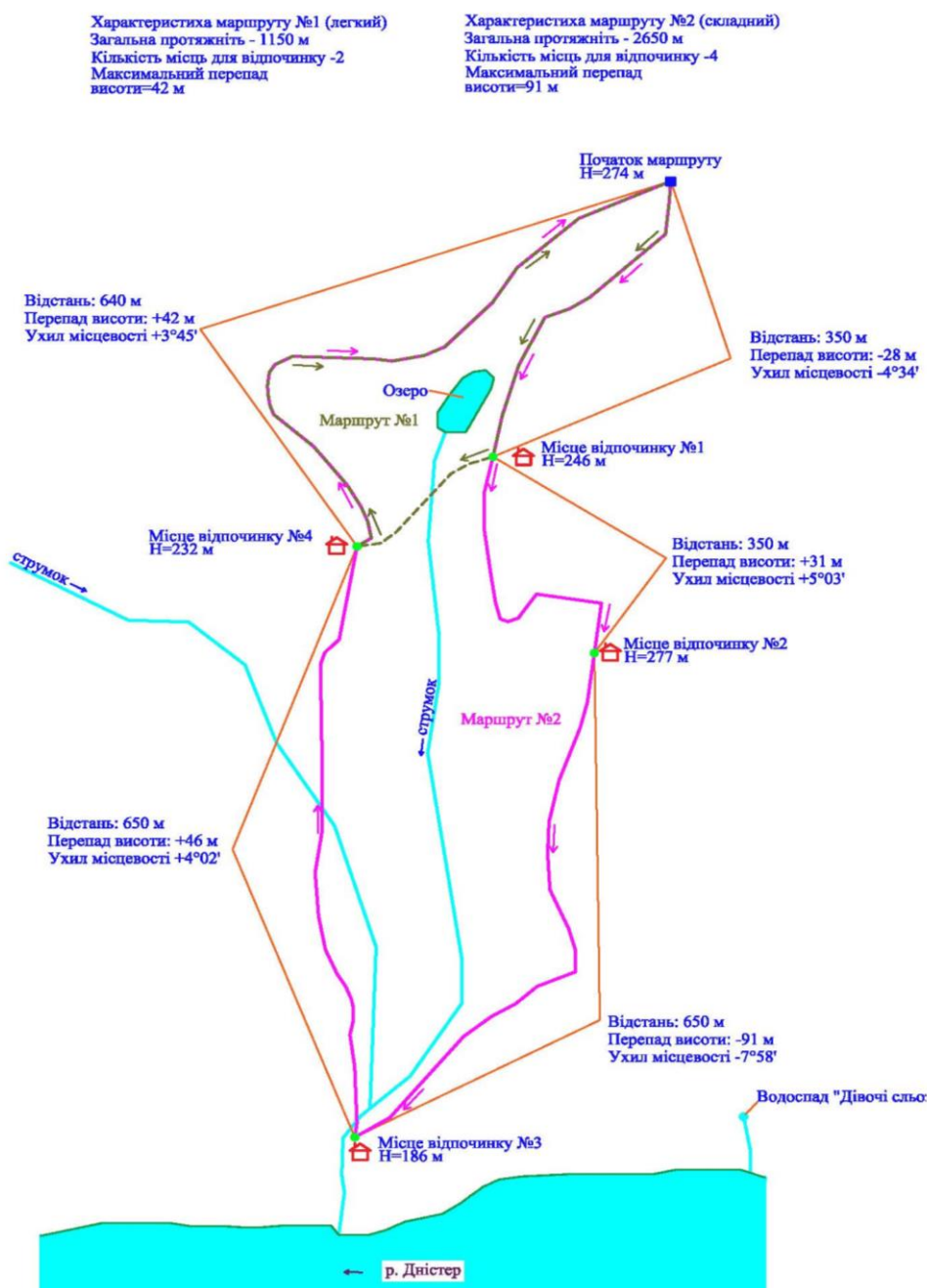


Рис. 1 – Схема запроєктованих трас для теренкуру

Другий маршрут характеризується високим рівнем складності (позначено рожевою суцільною лінією). Стежка запроєктована протяжністю 2650 м і її подолання займає 1-1,5 години. Даний маршрут є досить цікавим із мальовничим краєвидом на річку Дністер. Початок маршруту співпадає із початком першої стежки на однаковій висоті. Всього налічується чотири місця зупинки, де можна попити води та відпочити. Відстань між першою і другою зупинками становить по 350 метрів із спуском при ухилі 4,5° та підйомом з ухилом 5°. Далі, крутизна спуску зростає і стежка веде до річки Дністер. На місцевості знаходиться пляж із обладнаними місцями для купання. Відхилившись від маршруту вгору по течії річки, можна оглянути водоспад Дівочі сльози. Під час руху маршрутом зустрічатимуться два невеликі струмки. Після третьої зупинки дове-

деться подолати 650 метрів вгору із ухилом 4°. Тут можна перепочити і продовжити свій рух стежкою вгору протяжністю 640 метрів, де і закінчується маршрут.

Висновки. Загалом, розвиток рекреації важливе питання як для соціуму, так і економіки. Адже, з однієї сторони, у результаті отримуємо соціальний ефект: розвиток особистості людини та відновлення здоров'я. З економічної сторони, стимулювання рекреації прискорює розвиток господарства, розширює зайнятість населення за рахунок рекреаційного обслуговування, розвиває суміжні галузі, впливає на доходи населення та наповнення бюджетів.

Україна володіє значними площами територій з потужним рекреаційним потенціалом. Пріоритет розвитку туристично-рекреаційної галузі задекларовано на загальнодержавному та регіональному рівнях. На прикладі Івано-Франківської області видно, що деякі рай-

они (гірська частина області) характеризуються значною щільністю рекреаційних об'єктів, тому там спостерігається значне навантаження на природні ландшафти, виснаження природних ресурсів. Для розвантаження таких районів та одночасного розвитку інших,

для забезпечення доступної короткочасної рекреації для населення – запропоновано, як один з варіантів, розвивати рекреаційні об'єкти, що обслуговують траси для теренкуру на прикладі села Ісаків Тлумацького району Івано-Франківської області.

ЛІТЕРАТУРА

1. Семенов В. Ф. Основні схеми і напрями регулювання сфери рекреації і туризму в країнах ЄС [Текст] / Василь Федорович Семенов, Айша Ельварівна Набієва // Економічний аналіз: зб. наук. праць / Тернопільський національний економічний університет. – Тернопіль: «Економічна думка», 2017. – Том 27. – № 4. – С. 83-90. – ISSN 1993-0259.
2. Оцінка туристично-рекреаційного потенціалу регіону : монографія / за заг. ред. В. Г. Герасименко. — Одеса : ОНУ, 2016. – 262 с.
3. Nikolaeva E. I. Forms of territorial organization recreational and tourist activities in the region. *Journal of Education, Health and Sport*. 2015; 5(3):373-380. ISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1095165>.
4. Ivlev, V.J. & Ivleva, M.I. & Panyukov, A.I. & Zulfugarzade, Teymur. (2017). Analysis of the touristic recreational potential of a territory as a condition for development of ecological tourism (the Southern Moscow region case study). *Journal of Environmental Management and Tourism*. 8. 373-475. 10.14505/jemt.v8.2(18).10.
5. Рекреаційна географія: навч. посібник / М. М. Покоłodна; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х. : ХНАМГ, 2012. – 275 с.

REFERENCES

1. Semenov V. F. Main schemes and directions of regulation of the sphere of recreation and tourism in EU countries [Text] / Vasily Fedorovich Semenov, Aisha Elvirovna Nabieva // Economic analysis / Ternopil National Economic University. – Ternopil: "Economic Thought", 2017. – Volume 27. – No. 4. – P. 83-90. –ISSN 1993-0259.
2. Assessment of the region tourist-recreational potential: monograph / edition by V. G Gerasimenko. –Odessa, 2016. – 262 p.
5. Recreational geography: tutorial / edition by Pokolodna M. M. – Kharkiv: 2012. – 275 p.

Short-term recreation objects designing in the territory of the Precarpathian region

O. Gera

Abstract. The social and economic role of recreation is considered. The necessity of reconstruction and creating new objects of short-term recreation is substantiated. The recreational potential of Ukraine and Ivano-Frankivsk region is analyzed. Using the digital model of relief, the project of the terrain cure trails location was developed taking into account the principles of land resources rational use.

Keywords: recreation areas, recreation, land resources, terrain cure, digital model of relief.

Застосування ширококугових сигналів у телекомунікаційних мережах систем відеоспостереження об'єктів інформаційної діяльності

А. М. Котенко¹, А. М. Зідан¹, С. В. Бодров¹, В. В. Собчук²

¹Державний Університет телекомунікацій, Київ, Україна

²Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна
Corresponding author. E-mail: dutkotenko@gmail.com

Paper received 22.03.19; Accepted for publication 03.03.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-200VII24-14>

Анотація. У статті проведено порівняльний аналіз застосування ширококугових та вузькоскугових сигналів для передачі інформації у телекомунікаційних мережах. Показано переваги по таким показникам як енергетична скритість, завадостійкість, та параметрична скритість. На підставі цього зроблено висновок про доцільність використання ширококугових сигналів у телекомунікаційних мережах систем відеоспостереження об'єктів інформаційної діяльності.

Ключові слова: відеоспостереження, канал витоку інформації, інформація з обмеженим доступом, ширококуговий сигнал, об'єкт інформаційної діяльності.

Вступ. В умовах сучасних глобальних та регіональних інформаційних протистоянь, деструктивних комунікативних впливів, поширення інформаційної експансії та агресії, захист національного інформаційного простору та гарантування інформаційної безпеки стають пріоритетними стратегічними завданнями сучасних держав у системі глобальних інформаційних відносин. Збереження інформаційного суверенітету, формування ефективної системи безпеки в інформаційній сфері є актуальною проблемою і для України, яка часто є об'єктом зовнішньої інформаційної експансії та руйнівного інформаційного вторгнення. Вся ця безліч загроз структурується у наступні групи загроз: витоку інформації матеріально-речовим каналом, несанкціонованих дій з інформацією, знищення матеріальних носіїв інформації під впливом зовнішніх фізичних полів [1]. Безліч загроз інформаційній безпеці вимагають відповідних методів та засобів, для ефективної протидії їм. Одним із засобів ефективної протидії витоку інформації з об'єктів інформаційної діяльності матеріально-речовим каналом є системи відеоспостереження (СВС) [2], що дуже важливо для забезпечення інформаційної безпеки. На сьогодні існує безліч типів СВС, але всі вони побудовані за одною загальною схемою (рис.1).

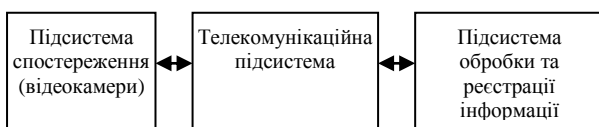


Рис. 1. Склад системи відеоспостереження

Короткий огляд публікацій. Сучасні системи відеоспостереження представляють собою програмно-апаратний комплекс призначений для запису відеоінформації та передачі її до місця перегляду чи зберігання [3]. Для цього використовують відеозапис на спеціалізовані пристрої, які можуть робити як у безперервному режимі, так і в режимі покадрового запису із заданим інтервалом часу між кадрами, з обов'язковим записом поточного часу й дати. Самою критичною ланкою СВС, яка власно й визначає основні характеристики системи у цілому, є телекомунікаційна підсистема. На сьогодні для побудови телекомунікаційних підсистем СВС використовуються два підходи. Перший (класичний) полягає у застосуванні дротового зв'язку, другий (інноваційний) базується на використанні радіозв'язку. Перевага застосування дротового зв'язку – можливість забезпечити завадозахищеність

інформації, недоліки – великі монтажні витрати як часу так і грошей; у деяких випадках ускладненість самого процесу монтажу, та неестетичність. Переваги застосування радіозв'язку існуючих СВС – малі монтажні витрати, малий час розгортання СВС, естетичність, іноваційність; недоліки – низька завадозахищеність інформації під час її передачі у мережі, що є неприйнятним у питаннях інформаційної безпеки. Низька завадозахищеність обумовлена застосуванням вузькоскугових сигналів (ВСС) у телекомунікаційних підсистемах існуючих СВС, або розробник взагалі не вказує тип радіосигналу і застосування таких систем для захисту інформації на об'єктах інформаційної діяльності теж несе певний ризик. Вузькоскуговий сигнал легко розвідати, придушити, зімітувати. Таким чином аналіз існуючих підходів, що застосовуються для організації передачі інформації у телекомунікаційних підсистемах СВС показує, що вони не дозволяють у повній мірі вирішити задачу передачі інформації у системах безпеки об'єктів інформаційної діяльності. Тому, завдання щодо удосконалення методів передачі інформації у сучасних СВС є актуальним.

Мета. Обґрунтування використання для передачі інформації у телекомунікаційній підсистемі СВС ширококугових сигналів (ШСС), як одного із можливих шляхів щодо забезпечення високої завадозахищеності передачі інформації при збереженні інших позитивних якостей застосування радіозв'язку. Для досягнення зазначеної мети необхідно зробити порівняльний аналіз використання ШСС та ВСС у телекомунікаційній мережі СВС.

Матеріали та методи. Для досягнення поставленої мети проведено аналіз науково-методичної літератури, застосовано системний підхід, теорію передачі інформації.

Результати та їх обговорення. Перше – більша енергетична скритість. Енергетична скритість передачі ШСС полягає у зменшенні дальності його розвідки R_p технічними засобами спостереження противника. Відомо що дальність розвідки пропорційна кореню квадратному з потужності P_c (енергії) сигналу, що випромінюється, іншими словами $R \sim \sqrt{P_c}$. Враховуючи, що ширококуговий сигнал можна представити як композицію n вузькоскугових, то при однакової енергії ШСС і ВСС, та за умовою що закон внутрішньоімпульсної модуляції (маніпуляції) ШСС є невідомо-

мим противнику, відношення дальності розвідки ВСС та ШСС визначається виразом [4]:

$$\frac{R_{шсс}}{R_{всс}} = \frac{\sqrt{\frac{P_c}{n}}}{\sqrt{P_c}} = \frac{1}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

Тобто, дальність розвідки ШСС є у \sqrt{n} разів меншою ніж ВСС. Крім того, при досить великому n можливо забезпечити передачу сигналу з питомою щільністю енергії меншою ніж питома щільність природних шумів. В цьому випадку розвідка сигналу взагалі можлива лише за умов знання його внутрішньої структури.

Друге – параметрична скритність інформаційно-го обміну. Параметрична скритність інформаційного обміну ШСС забезпечується достатньо складним кодуванням сигналу його елементарними складовими [4]. Навіть при фіксації факту передачі ШСС, для виділення з нього інформації необхідно знати параметри цього кодування. Це являється дуже складною задачею, якщо врахувати, що при достатньо великій базі сигналу кількість можливих значень сигналу k буде визначатися за відомим виразом розрахунку кількості можливих перестановок [5]:

$$k = n^m \quad (2)$$

де n – кількість дискрет у ШСС;

m – кількість значень, які може приймати сигнал у дискреті в залежності від потужності алфавіту сигналів.

Третє – висока завадостійкість. Завадостійкість, при використанні ШСС, обумовлюється, підсиленням в n разів ШСС на виході узгодженого приймача. У [4] наведена формула, яка пов'язує відношення сигнал/шум (q^2) на виході приймача з відношенням сигнал/шум на вході ρ^2 і базою сигналу B :

$$q^2 = 2B \rho^2 \quad (3)$$

де $\rho^2 = P_c/P_{ш}$ ($P_c, P_{ш}$ – потужності ШСС та завади);

$q^2 = 2E/N_{ш}$, E – енергія ШСС, $N_{ш}$ – спектральна щільність шуму у смузі ШСС.

Відношення сигнал-шум на виході q^2 визначає робочі характеристики прийому ШСС, а відношення ρ^2 – енергетику сигналу та шуму. Необхідна величина q^2 може бути отримана навіть якщо $\rho^2 \ll 1$. Для цього достатньо лише вибрати ШСС з досить великою базою. Виграш по завадостійкості при використанні ШСС обумовлюється невідомим для противника законом розподілу енергії сигналу в частотній та часовій областях. Відношення γ сигнал/завада у цьому випадку буде мати вигляд:

$$\gamma = \frac{\int_{t_c}^{t_c+f_c} \int_{f_c} E_c(f,t) df dt}{\int_{t_c}^{t_c+f_c} \int_{f_c} E_z(f,t) df dt} \quad (4)$$

де: E_c, E_z – енергія сигналу та енергія завади відповідно; t_c, f_c – часова та частотна області відповідно, в яких відбувається передача сигналу.

Враховуючи те, що для противника є невідомими області t_c та f_c відношення сигнал/завада за однакових умов для ШСС буде кращим ніж для ВСС.

Висновки. Підводячи підсумок проведеного дослідження, можна сказати, що існуючі телекомунікаційні підсистеми СВС не у повному обсязі задовольняють сучасним вимогам. Розв'язати протиріччя між вимогами щодо забезпечення малих монтажних витрат, малого часу розгортання СВС, естетичності та високої скритності, завадозахищеності, імітостійкості дозволяє застосування у телекомунікаційній підсистемі ШСС. Таким чином застосування ШСС у телекомунікаційній підсистемі СВС, дозволяє створити систему передачі даними яка задовольняє сучасним вимогам. Приведені результати можуть бути використані при проектуванні та розробці телекомунікаційних підсистем СВС об'єктів інформаційної діяльності.

ЛІТЕРАТУРА

1. НД ТЗІ 3.7-003-05 Порядок проведення робіт із створення комплексної системи захисту інформації в інформаційно-телекомунікаційній системі.
2. Котенко А.М. Запобігання витоку інформації матеріально-речовим каналом за рахунок використання систем відеоспостереження // Збірник наукових праць "Сучасний захист інформації." Державний університет телекомунікацій. Київ. Вип. 1, 2017. – С. 48 – 53.
3. Гедзберг Ю. М. Охранное телевидение. - М.: Горячая линия-Телеком, 2005. -312 с.
4. Варакин Л. Е. Системы связи шумоподобными сигналами. – М.: Радио и связь, 1985. – 384 с.
5. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. - М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962.-564с.

REFERENCES

1. ND TZI 3.7-003-05 The order of work on creation of complex system of information security in the information and telecommunication system.
2. Kotenko A.M. Prevention of information leakage through the material channel through the use of video surveillance systems. // Collection of scientific works " Modern information protection." State University of Telecommunications. Kyiv. Iss. 1, 2017. – P. 48 – 53.
3. Gedzberg U. M. Security television. - M.: Hot line -Telekom, 2005. -312 p.
4. Varakin L. E. Noise-like communication systems. – M.: Radio and communication, 1985. – 384 p.
5. Ventcel E. S. Probability theory. - M.: State Publishing House of Physics and Mathematics - 1962. - 564 p.

Application of broadband signals in telecommunication networks of video surveillance systems of information activity objects

A. N. Kotenko, A. M. Zidan, S. V. Bodrov, V. V. Sobchuk

Abstract. The article provides a comparative analysis of the application of broadband and narrowband signals for the transmission of information in telecommunication networks. The advantages are shown by such indicators as energy concealment, noise immunity, and parametric concealment. Based on this, it was concluded that the use of broadband signals in telecommunication networks of video surveillance systems of information activity objects.

Keywords: video surveillance, information leakage channel, restricted access information, broadband signal, information activity object.

Забезпечення відмовостійкості та надійності багатопроцесорних систем для зменшення ризику виникнення катастроф та аварій на виробництві

Л. О. Мітюк, Н. В. Чехуніна, О. В. Землянська, Н. А. Праховнік

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна
Corresponding author. E-mail: luda2010703@gmail.com

Paper received 11.12.18; Accepted for publication 02.01.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-200VII24-15>

Анотація. Пропонується діагностика багатопроцесорних систем як основний метод досягнення надійності та відмовостійкості обладнання. У статті досліджуються основні причини виникнення несправностей, сучасні підходи діагностики багатопроцесорних систем на об'єктах виробництва. Розглядаються переваги та недоліки таких підходів. Аналізуються основні методи самодіагностування багатопроцесорних систем та особливості їх використання.

Ключові слова: самодіагностування, відмовостійкість, діагностика багатопроцесорних систем, надійність.

Вступ. У наш час практично в кожному підприємстві використовується обчислювальні системи, системи автоматичного управління тощо [1]. Завдяки такому підходу досягається підвищення продуктивності, покращення якості продукції та поліпшення умов праці людей.

Надійність та коректність роботи обчислювальних систем та систем управління на об'єктах виробництва являється основним організаційно-технічним заходом зменшення ризику виникнення техногенних катастроф та аварій. Помилки в роботі (або відмови) таких систем можуть призвести до небажаних наслідків, пов'язаних з великими фінансовими та людськими втратами, з серйозними екологічними катастрофами. Найбільшу небезпеку представляють аварії, які виникають на об'єктах ядерної енергетики та хімічного виробництва.

Коректність роботи складних систем досягається завдяки збільшенню відмовостійкості. Оскільки зі збільшенням кількості компонентів системи, збільшується ймовірність відмов. Такі системи повинні включати механізми для виявлення помилок у роботі, реконфігурації та відновлення після збоїв.

Огляд публікацій за темою. Відмовостійкість – властивість системи виконувати задані функції при несправності одного або декількох складових компонентів. Під несправністю будемо розуміти такий стан елемента системи, при якому відбувається припинення його функціонування або некоректна робота.

Несправність можна охарактеризувати такими параметрами: тривалість (перехідна чи постійна); ступінь (локальна чи глобальна); визначеність [2].

Тимчасовими несправностями є порушення функціональності обмеженої тривалості, які викликані тимчасовими несправностями компонентів або шляхом зовнішнього втручання (зовнішні завади). Постійні несправності викликані остаточним збоєм компонентів.

Ступінь несправності визначає кількість логічних елементів в комп'ютерній системі, функціональність яких одночасно порушена. Локальні несправності впливають лише на одиничні складові системи. Глобальна несправність порушує роботу декількох складових, модулів або усієї системи. Також вони можуть стосуватись виходу з ладу критично важливих вузлів.

Визначений статус несправності означає можливість її правильного і своєчасного діагностування. При появі невизначеності має місце прихований прояв, який з часом може призвести до відмови всієї системи.

Основними причинами несправностей можуть бути: порушення умов експлуатації чи обслуговування обладнання; порушення технології виготовлення; фізичне зношування елемента; недосконалість конструктивних характеристик.

Для забезпечення надійності та відмовостійкості в системах реалізуються процедури діагностики, контролю, надлишковості у організації системи і операцій та реконфігурації після виявлення несправностей.

В сучасних комп'ютерних системах основним засобом забезпечення відмовостійкості елементів являється використання принципу автоматичного самодіагностування системи [3-6].

Мета. Метою роботи являється дослідження та аналіз основних підходів діагностики багатопроцесорних систем як основного методу збільшення відмовостійкості і надійності багатопроцесорних систем для зменшення ризику виникнення аварій та катастроф на виробництві. **Матеріали та методи.** Основними методами дослідження являється аналіз методів діагностики багатопроцесорних систем, описаних в наукових літературних джерелах, та моделювання самодіагностування багатопроцесорної системи програмними методами.

Результати та їх обговорення. Засоби діагностики поділяються на три види: програмний, апаратний, програмно-апаратний. При програмному підході діагностики основним інструментом виявлення несправних елементів являється спеціалізоване програмне забезпечення. Проте, такий підхід вимагає, щоб певні основні блоки системи були справні.

Апаратне тестування вузлів системи відбувається за допомогою додаткового обладнання, яке дозволяє вимірювати рівень напруги, струму, рівнів логічних сигналів тощо: тестери, осцилографи або діагностичні плати.

Програмно-апаратний засіб полягає у комбінуванні попередніх засобів діагностики системи. Прикладом такого підходу є використання спеціальних операційних систем.

Самодіагностування – процес тестування комп'ютерних систем, при якому контроль і діагностика функціонування елементів покладається на саму систему. Такий підхід використовується у діагностичній моделі Препарата-Метца-Чена [4].

Задача діагностики полягає у пошуку несправних елементів у системах за допомогою використання певного алгоритму, який має високу ефективність відносно ресурсів пам'яті та часу. Також алгоритм повинен

мати високу універсальність в рамках визначеної моделі системи та просту реалізацію на сучасних мовах програмування.

Для ефективної діагностики багатопроцесорних систем доцільно застосувати метод моделювання, що дозволяє досліджувати основні параметри системи, відкинувши фактори, які не впливають значною мірою на роботу обладнання.

Одним з найроповсюджених видів формальних моделей представлення багатопроцесорних систем вважається граф-модель, яка ще має назву діагностичного графа. Це дозволяє абстрагуватися від реалізації системи (топология зв'язків, тип модулів, види зв'язків між модулями тощо) і застосовувати єдиний механізм для аналізу та пошуку несправностей для неоднорідних компонентів системи.

Діагностичний граф – орієнтований зважений граф взаємотестувань процесорів багатопроцесорної системи.

Потужність множини вершин такого графа визначається кількістю процесорів у системі – N . Вагою ij ребра графа діагностичних зв'язків слугує результат тестування i -м процесором j -го. Причому має місце кодування трьох випадків діагностики: несправність процесора, що тестується; справність процесора, що тестується та стан невизначеного результату, що виникає при тестуванні несправним елементом системи.

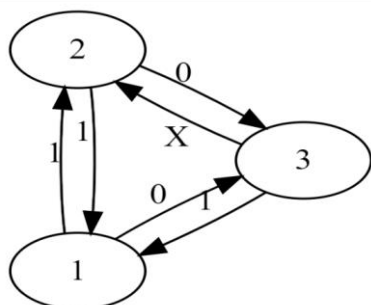


Рисунок 1.– Приклад діагностичного графа

На Рис.1 наведено один з можливих варіантів графа діагностичних зв'язків. Множина вершин S становить

{1, 2, 3}, її склад відповідає кількості процесорів у багатопроцесорних системах. Ваги ребер графа можуть мати значення з множини {0, 1, X}, які означають справність процесора, що тестується, несправність та невизначений результат відповідно.

В загальному випадку існує два підходи до вирішення задачі самодіагностування комп'ютерних систем: централізоване самодіагностування, децентралізоване самодіагностування.

При централізованому тестуванні вузли системи тестують один одного. Справні елементи визначають істинний стан усіх інших складових системи. При цьому результати діагностики, отримані за допомогою несправних елементів можуть мати випадковий характер і не відображати справжній стан системи.

Для обробки отриманих значень використовується додатковий процесорний елемент, який на основі отриманих даних тестування приймає рішення щодо кількісного і якісного складу справних і несправних вузлів системи. Такий обчислювальний вузол повинен мати високу відмовостійкість, адже при виході його з ладу стає неможливим діагностування всієї системи.

Використання децентралізованого підходу означає поділ всієї системи на робоздатну та несправну частини. Ті елементи, які мають статус несправних ізолюються від процесу аналізу даних тестування. Обробка результатів тестування відбувається виключно на справних елементах системи.

Висновок. Таким чином, основним способом запобігання виникненню аварій і техногенних катастроф являється підвищення технологічної безпеки виробничих процесів та експлуатаційної надійності обладнання за допомогою забезпечення надійності комп'ютерної системи. Найбільш розповсюджений спосіб підвищення відмовостійкості сучасних обчислювальних систем та систем управління є принцип самодіагностування. Перевагами такого підходу є автоматизація діагностики систем, що означає зведення до мінімуму впливу людського фактору, швидке знаходження несправностей та надійність результатів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шапарев Н.К. Автоматизация типовых технологических процессов металлообработки. - Киев; Одесса: Вища шк., 2002. - 312 с.
2. Avizienis A. Design of fault-tolerant computers//Fall Joint Computer Conf. -1967, AFIPS Conf. Proc. Vol.31, pp. 733-743, 1967.
3. Микеладзе М. А. Развитие основных моделей самодиагностирования сложных технических систем. // Автоматика и телемеханика. - 1995. - № 5. - С. 3–18.
4. Preparata F.P., Metzger G., Chien R.T. On the Connection Assignment Problem of Diagnosable Systems. // IEEE Trans. Electronic Comput.- 1967. - Vol. EC-16, №6.- P.848-854.
5. Romankevich A.M., Romankevich V.A. Diagnosis of multiprocessor systems under failure of more than half processors // Automation and Remote Control. – 2017. – Vol. 78, Issue 9. – P. 1614 – 1618.
6. Романкевич В.А. Самотестирование многопроцессорных систем с шинной архитектурой // Радиоелектронні і комп'ютерні системи. - 2014. - № 5. - С. 96-99.

REFERENCES

1. Shaparev N.K. Typical Technological Processes of Metal Working Automation. - Kiev; Odessa: Higher sch., 2002. - 312 p.
2. Avizienis A. Self-Testing of Multiprocessor Systems with Bus Architecture// Radio Electronic and Computer Systems. - 2014. - № 5. - P. 96-99.
3. Mikeladze M. A. Development of the Main Models of Self-diagnosis of Complex Technical Systems. //Automation and Remote Control. - 1995. - № 5. - P. 3–18.
6. Romankevich V.A. Self-Testing of Multiprocessor Systems with Bus Architecture// Radio Electronic and Computer Systems. - 2014. - № 5. - P. 96-99.

Providing fault tolerance and reliability of multiprocessor systems to reduce the risk of disasters and accidents at industry

N. V. Chekhunina, L. O. Mitiuk, O. V. Zemljanska, N. A. Prahovnik

Abstract. The diagnostics of multiprocessor systems proposed as the main method of achievement of reliability and fault-tolerance of equipment. The article researches the main causes of failures of multiprocessor systems and modern approaches to the diagnosis of those systems at production sites. Considers the advantages and disadvantages of such approaches. And analyses basic methods of self-diagnostics of multiprocessor systems and their usage.

Keywords: self-diagnosis, fault-tolerance, diagnostics of multiprocessor systems, reliability.

Визначення мінімально припустимої довжини рукава пожежного кран-комплекту

С. Щербак, О. Петухова, О. Тарасенко

Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна
Corresponding author. E-mail: sherbaks@ukr.net

Paper received 24.06.19; Accepted for publication 04.06.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-200VII24-16>

Анотація. Запропоновано математичну модель для розрахунку мінімально припустимої довжини рукава пожежного кран-комплекту для ліквідації пожежі на початковій стадії в приміщенні довільного планування. Показано, що довжина рукава визначається не лише габаритами приміщення, а і його індивідуальним внутрішнім плануванням та місцеположенням точки підключення кран-комплекту до системи внутрішнього водопостачання. Це обумовлює необхідність побудови автоматизованої системи проектування параметрів пожежного кран-комплекту.

Ключові слова: пожежний кран-комплект, мінімальна довжина рукава.

Вступ. Одним з елементів сучасних будівель є система внутрішнього протипожежного водопостачання, використання якої дозволяє вирішити питання успішного гасіння пожеж в будівлях на початковому етапі за рахунок введення вогнегасної речовини в осередок пожежі відразу після його виявлення [1]. Пожежні кран-комплекти (ПКК) є обов'язковими для встановлення в житлових будівлях висотою понад 47 м, а також в інших будівлях у відповідності від їх характеристик (тип будівлі, об'єм, висота, ступінь вогнестійкості, категорія виробництва за пожежною та вибухопожежною небезпекою та ін.) Гасіння за допомогою ПКК здійснюється самими мешканцями житлових будівель або працівниками нежитлових, не очікуючи прибуття пожежних підрозділів, тобто майже безпосередньо з моменту виявлення осередку.

Комплектація ПКК передбачає оснащення його пожежним рукавом декількох стандартних довжин залежно від внутрішніх габаритів приміщення. Між тим, різноманіття варіантів планувальних рішень для вказаних приміщень (апартаментів, офісів, цехів тощо) призводить до необхідності впровадження індивідуального підходу, тому що лише самі габарити приміщення не дозволяють адекватно оцінити необхідну довжину рукава, оскільки внутрішнє планування будівлі може призвести до необхідності значного подовження рукава, особливо при великій площі і великій протяжності внутрішніх стін приміщення. Зрозуміло, що недостатня довжина рукава призводить до унеможливлення подачі води безпосередньо в осередок пожежі, а надлишок довжини призводить до відчутних втрат напору, зважаючи, на як правило, малий діаметр рукава та невеликий тиск в протипожежній мережі, особливо в житлових приміщеннях.

Таким чином, існує протиріччя між нормами комплектації ПКК та необхідністю врахування особливостей кожного окремого приміщення.

Огляд публікацій по темі. В [2] викладені основні вимоги до характеристик складових ПКК. Відповідно до цих вимог ПКК комплектуються рукавом (довжина рукава – до 30 м). Дана норма базується на припустимій величині втрати напору, але не містить наукового обґрунтування щодо співвідношення довжини рукава і внутрішньої архітектури приміщення.

При розрахунку оптимальної довжини рукавної лінії, що прокладається при гасінні пожеж зовні, слід відмітити роботу [3]. Наведена в ній модель правоможні лише для знаходження найкоротшої траси проміж будівель (незв'язних опуклих об'єктів), так само, як і модель, що

наведена в роботі [4].

Таким чином, в літературі відсутні дослідження по знаходженню мінімально припустимої довжини рукава пожежного кран-комплекту всередині приміщення довільного планування.

Мета. Метою роботи є побудова математичної моделі для розрахунку мінімально припустимої довжини рукава пожежного кран-комплекту для ліквідації пожежі на початковій стадії в приміщенні довільного планування.

Відповідно, необхідно розв'язати задачу знаходження найменшої можливої довжини L лінії, яка пов'язує між собою точку A підключення ПКК до водогону і кожен (а отже і найбільш віддалену) точку B приміщення. Разом з тим лінія AB повинна не перетинати стіни приміщення, тобто цілком належати однозв'язній області Ω його внутрішнього простору. Таким чином потребує рішення оптимізаційна задача

$$L_{AB} = \max_{L \subset \Omega} (\min L), \quad (1)$$

Матеріали і методи. Зробимо декілька припущень:

1. Будемо вважати приміщення одноповерховим (у випадку декількох поверхів кожен з них повинен оснащуватися власним ПКК, тобто кожен з поверхів можна вважати окремим приміщенням). Таким чином маємо задачу у двовимірній постановці.
2. Кожне з приміщень ділиться на відсіки (кімнати), прохід в які є вільним.
3. Внутрішній контур плану приміщення можна описати у вигляді ламаних прямих, тобто відсутні криволінійні елементи внутрішньої архітектури (круглі колони, напівкруглі еркери тощо).
4. Будемо вважати, що елементи інтер'єру житлових будівель або елементи промислового або іншого обладнання нежитлових будівель не впливають на шукану мінімально припустиму довжину L рукава ПКК. В тому випадку коли вони впливають, то їх необхідно внести до плану.
5. Будемо вважати, що довжина струменя води, що отримується на виході з розпоршувача дорівнює ℓ (згідно [5] $\ell = 3 \text{ м}$).
6. Вважаємо розмір осередку таким, що його можна накрити струменем води з одного положення.

Необхідно оцінити мінімально припустиму довжину L рукава ПКК, тобто знайти таку його довжину, щоб можна було доставити воду від протипожежної мережі до кожної точки приміщення, враховуючи при цьому довжину струменя ℓ .

Розглянемо деяке приміщення. Місцеположення ПКК фіксовано і визначено проектом будівництва. Опишемо приміщення з внутрішньою частиною Ω контуром неопуклого багатокутника $\bar{\Omega}$. Задамо даний багатокутник

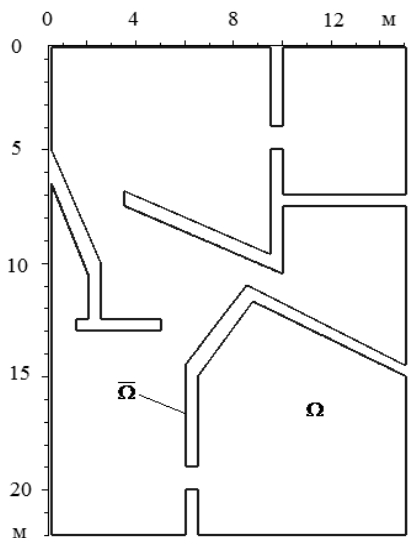


Рис. 1. Приклад плану приміщення

Отримаємо параметричне рівняння багатокутника $\bar{\Omega}$. В загальному вигляді, використовуючи в якості параметру поточну довжину p його периметру, яку відміряємо від першої вершини при обході контуру в додатному напрямку, маємо рівняння

$$\begin{aligned} x &= \zeta(p); \\ y &= \tau(p). \end{aligned} \quad (2)$$

До даного контуру застосуємо процедуру знаходження еквідистанти [6]

$$\begin{aligned} x &= \zeta(p) \pm \frac{h \cdot \partial\tau(p)/\partial p}{\sqrt{(\partial\zeta(p)/\partial p)^2 + (\partial\tau(p)/\partial p)^2}}; \\ y &= \tau(p) \mp \frac{h \cdot \partial\zeta(p)/\partial p}{\sqrt{(\partial\zeta(p)/\partial p)^2 + (\partial\tau(p)/\partial p)^2}}. \end{aligned}$$

де h – еквідистантна відстань. В даному контексті вона являє собою довжину струменя ℓ . Обрання знаків в виразі (3) повинно бути узгоджено для вірного опису внутрішньої чи зовнішньої еквідистанти.

Підставляючи (2) в (3), отримаємо параметричне рівняння еквідистантної лінії. На рис.2 наведено приклад такої лінії ($\ell = 1$ м).

Слід зауважити, що еквідистантна лінія є такою, що перетинає саму себе і розбиває внутрішню однозв'язну область Ω на декілька незв'язних, що значно ускладнює подальшу роботу. Тому на наступному етапі було вирішено скористатися лише тим фактом розв'язку моделі (1)-(3), що необхідно шукати відстань не до найбільш віддаленої точки приміщення, а можна зменшити цю відстань на величину ℓ .

В цьому випадку можна отримати розв'язок задачі (1) використовуючи теорію мережеских графів [7].

Будемо вважати, що кожна з n вершин багатокутника $\bar{\Omega}$ є вершиною графа. Місцеположення підключення ПКК до водогону будемо вважати додатковою вершиною. Побудуємо ребра графа в три етапи.

На першому етапі з'єднаємо кожен вершину з кожною, уникаючи повторів. Всього отримаємо $n(n-1)$ неорієнтованих ребер. Для наведеного прикладу таких

набором його вершин в декартовій системі координат. Приклад такого приміщення зображено на рис. 1 (навмисно обрано приміщення з непрямыми кутами для розгляду більш узагальненого випадку).

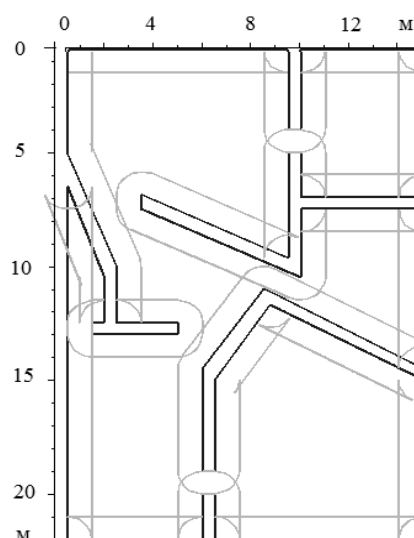


Рис. 2. Еквідистанта для даного приміщення

буде більш ніж 1800, тому немає сенсу зображувати настільки щільну мережу.

На другому етапі перевіримо які з ребер перетинають контур багатокутника (тобто проходять крізь стіни). Перевірку на перетин зробимо за допомогою методів обчислювальної геометрії, а саме відповідно до процедури [8]. Вилучивши такі ребра отримаємо граф, що зображено на рис. 3

На третьому етапі перевіримо які з ребер знаходяться всередині стін. Для цього знайдемо координати середин кожного з ребер і перевіримо, чи належать отримані точки неопуклому зв'язному багатокутнику, що описує контур стін приміщення. Приналежність точки багатокутнику з'ясуємо за допомогою іншої процедури [8]. Вилучивши такі ребра, отримаємо граф, що зображено на рис. 4. Таким чином отримуємо мережеский граф, який зв'язує між собою всі вершини контуру приміщення ребрами, вздовж яких фізично може проходити рукав ПКК.

Оскільки координати вершин контуру приміщення відомі, то відомі і відстані між ними. Тому можна застосувати алгоритм Дейкстри [7] пошуку найкоротшої відстані між точкою А та кожною з вершин контуру приміщення. Серед обраних відстаней обираємо найбільшу – це і є шукана найменша припустима довжина рукава ПКК. На рис. 4 жирною лінією наведена дана конфігурація.

Результати і їх обговорення. Запропонована процедура відшукування мінімально припустимої довжини рукава протипожежного кран-комплекту є універсальною для одноповерхових приміщень зі стінами, які можуть бути описані ламаною лінією. Вхідними даними для наведеної моделі є лише координати вершин контуру приміщень та місцеположення точки підключення до водогону самого ПКК.

Проведені дослідження для приміщень рівних габаритів, але різного внутрішнього планування в деяких випадках показали відміну в необхідній довжині рукава ПКК більш ніж в 2 рази. Найчастіше стандартна 30 метрова довжина рукава не забезпечувала доставки води в найбільш віддалені точки приміщень з габаритами 20x20

або 25x15 метрів (при фіксованому місцеположенні точки підключення ПКК). В такому випадку необхідно або збільшувати довжину рукава, що призводить до втрати напору, або змінювати місцеположення точки підключення

ПКК, що потребує внесення коректив в планування внутрішнього водогону і вирішенню оптимізаційної задачі розміщення даної точки. Для ще більших приміщень необхідно їх комплектація більшою кількістю ПКК.

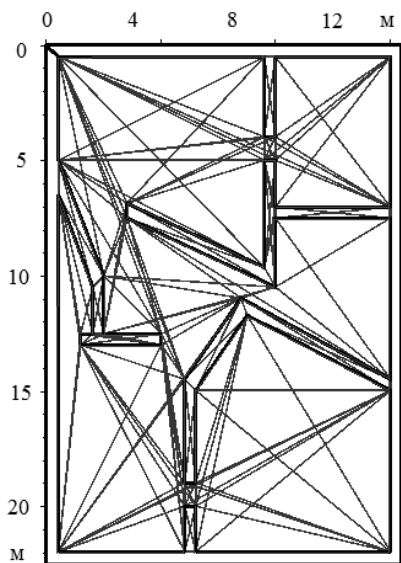


Рис. 3. Другий етап побудови графа

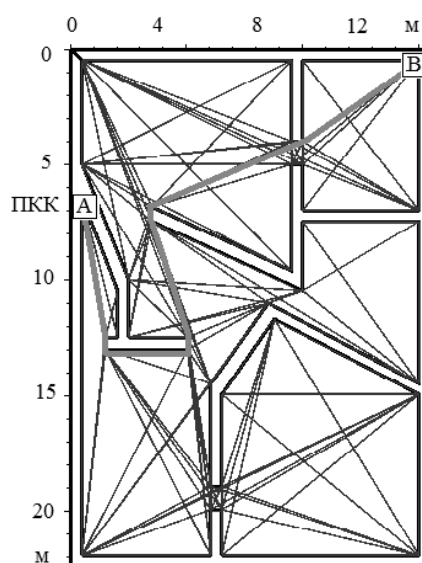


Рис. 4. Третій етап побудови графа

Висновки. Запропоновано математичну модель визначення мінімально припустимої довжини рукава пожежного кран-комплекту на етапі проектування. В тому випадку, якщо отримана довжина не перевищує стандартну довжину рукава ПКК, рукав може бути дещо укорочено, що призведе до зменшення втрати напору і, від-

повідно, більш високої інтенсивності подачі води та більш швидкої ліквідації пожежі.

В тому ж випадку, коли довжина рукава ПКК буде замалою, необхідно приймати додаткові рішення, що пов'язані з проектуванням даного приміщення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Петухова О.А. Спеціальне водопостачання: підручник [для студ. вищ. навч. закл.] / Петухова О.А., Горносталь С.А., Уваров Ю.В. – Х.: НУЦЗУ, 2013. – 248 с.
2. Пожежна техніка. Кран-комплекти пожежні. Частина 1. Кран-комплекти пожежні з напівжорсткими рукавами. Загальні вимоги (EN 671-1:2001, MOD): ДСТУ 4401-1-2005. [Чинний від 25-05-05]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 22 с. (Національний стандарт України).
3. Комяк В.М. Математична модель моделювання розміщення пожежних гідрантів в районах міст / В.М. Комяк, Р.В. Романов // Проблеми пожежної безпеки. Сборник научных трудов. Выпуск 27, 2010. С. 97-103.
4. Бут В.П. Траєкторія руху аварійно-рятувальної техніки до місця надзвичайної події з урахуванням неоднорідного пок-

1. риття місцевості / В.П. Бут, О.М. Соболев // Праці Таврійської агротехнічної академії. Мелітополь: ТДАТА, 2004. – Вип. 4-Прикладна геометрія та інженерна графіка. Т. 24. С. 86-89.
5. Петухова О.А. Дослідження характеристик пожежних кран-комплектів / О.А. Петухова, С.А. Горносталь, С.М. Щербак // Проблеми пожежної безпеки. – Х.: НУЦЗУ, 2015. – Вип. 37. – С. 154-159.
6. Гончаров П.С. G65 NX Advanced Simulation. Практическое пособие. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 112 с.
7. Таха Х. Введение в исследование операций. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2001. - 912 с.
8. Андреева Е.В. Вычислительная геометрия на плоскости / Е.В. Андреева, Ю.Е. Егоров // Информатика. – 2002. - №40. – С. 28-31.

REFERENCES

1. Petukhova O.A. Special water supply/Petukhova O.A., Gornostal A.A., Uvarov Yu.V. - Kh. : NUCPU, 2013. - 248 p.
2. Fire engineering. Crane fire kits. Part 1. Crane fire kits with semi-rigid sleeves. General requirements (EN 671-1: 2001, MOD): DSTU 4401-1-2005. [25-05-05]. - K. : Derzhspozhivstandart Ukraine, 2005. - 22 p. (National Standard of Ukraine).
3. V.M. Komyak, R.V. Romanov Mathematical model of simulation placing fire hydrants in the area of cities//Problems of fire safety. Issue 27, 2010. pp. 97-103.
4. But V.P. Trajectory of emergency rescue equipment movement to the site of an emergency taking into account heterogeneous coverage of the area/V.P. But, O.M. Sobol//Proceedings of the

1. Taurian Agrotechnical Academy. Melitopol: TDAATA, 2004.- Vol. 4-Applied Geometry and Engineering Graphics. T.24.P. 86-89.
5. Petukhova O.A. Investigation of the characteristics of fire cock kits/O.A. Petukhova, S.A. Gornostal, S.M. Shcherbak//Problems of fire safety. - H. : NUGZU, 2015. - Vol. 37. - p. 154-159.
6. Goncharov P.S. G65 NX Advanced Simulation. A practical guide. - M. : DMK Press, 2014. - 112 p.
7. Taha, H., Introduction to Operations Research. - M. : Publishing house "Williams", 2001. - 912 p.
8. Andreeva E.V. Computational geometry on the plane / E.V. Andreeva, Yu.E. Egorov // Informatics. - 2002. -№40.-pp. 28-31.

Determination of the minimum allowable length of the sleeve of the fire truck kit

S. Shcherbak, O. Petukhova, O. Tarasenko

Abstract. A mathematical model is proposed for calculating the minimum acceptable length of the sleeve of the fire crane set for the elimination of the fire at the initial stage in the room of arbitrary planning. It is shown that the length of the sleeve is determined not only by the dimensions of the room, but also by its individual internal planning and location of the connection point of the crane kit to the system of internal water supply. This necessitates the construction of an automated system for designing the parameters of the fire crane set.

Keywords: fire crane set, minimum sleeve length.

Моделювання розкриття у невагомості каркасу параболічної антени за допомогою чотириланкової стержневої конструкції

Л. Л. Запольський, *С. М. Шевченко

Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, м. Київ, Україна

Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна

*Corresponding author. E-mail: shevchenkosn@nuczu.edu.ua

Paper received 15.04.19; Accepted for publication 01.05.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-200VII24-17>

Анотація. Запропоновано геометричну модель розкриття в умовах невагомості каркасу параболічної антени з використанням стержневої конструкції, подібної чотириохланковому маятнику. Переміщення ланок конструкції відбуваються завдяки дії імпульсів піротехнічних двигунів на кінцеві точки ланок. Опис руху одержаного інерційного розкриття стержневої конструкції виконано за допомогою рівняння Лагранжа другого роду, і, зважаючи на умови невагомості, побудованого з використанням лише кінетичної енергії системи. Актуальність теми визначається необхідністю удосконалення та дослідження нових технологічних схем розкриття каркасів космічних інфраструктур. У тому числі каркасів параболічних антен, елементами яких є сім'я однакових співфокусних парабол, одержаних обертанням з певним кутовим кроком навколо спільної осі. Крім того, цікавими мають бути нові технології виконання монтажних робіт на орбіті з використанням конструкцій механічних захватів (типу «руки робота»), розташованих зовні космічних апаратів. Визначено параметри та початкові умови запуску руху чотириланкової стержневої конструкції з метою одержання необхідного розташування ланок. Показано, що для впровадження варіантів інерційного розкриття необхідно застосувати комплект уніфікованих піротехнічних пристроїв, величини імпульсів яких визначаються координатами вектора $U'=\{0.1, 1.9, 1.3, 2.5\}$ умовних одиниць. Є можливість побудувати графіки зміни у часі функцій значень кутів як узагальнених координат, а також перших та других похідних цих функцій. В результаті можливо надати оцінки силовим характеристикам системи в момент гальмування (зупинки) процесу розкриття. Результати призначено для геометричного моделювання варіантів розкриття чотириланкових стержневих конструкцій в умовах невагомості. Наприклад, каркасів для орбітальних інфраструктур, а також механічних маніпуляторів для захвату космічних об'єктів.

Ключові слова: чотириланкова стержнева конструкція, розкриття у невагомості, рівняння Лагранжа другого роду.

Постановка проблеми. У більшості випадків рефлекторні антени космічного базування складаються з жорсткого каркасу, який після доставки на орбіту необхідно трансформувати і тим самим надати йому розраховану форму конструкції. Компоненти великогабаритних космічних стержневих конструкцій доставляються на орбіту у згорнутому вигляді [1]. При реалізації розкриття чотириланкової стержневої конструкції у невагомості виникає проблема вибору способів активації її руху. В якості засобів ініціювання розкриття пропонується використовувати імпульсні реактивні двигуни (типу піропатронів [2]), встановлених на кінцевих точках ланок стержневої конструкції. Адже піротехнічні пристрої набагато легші і дешевші порівняно з засобами ініціювання розкриття конструкції, такими, як електродвигуни або пружинні пристрої з термопам'яттю [3]. Це вказує на доцільність дослідження моделі розкриття каркасу параболічної антени в умовах невагомості з використанням стержневих конструкцій з імпульсними двигунами на кінцевих точках їх ланок.

Аналіз останніх досліджень. На практиці застосовують каркасні тросові системи розкриття, де за допомогою електродвигунів та тросів здійснюється синхронізація зміни величин кутів між суміжними ланками [4, 5]. Але застосування тросової системи розкриття на практиці обмежено розмірами конструкції та необхідністю синхронізувати дію електродвигунів, що є самостійною задачею при великій кількості ланок. Робота [6] присвячена методу розрахунку розкриття великогабаритних конструкцій з використанням програмних комплексів MSC.Software. В роботі [7] наведено приклад розрахунку розкриття за допомогою комплексу автоматизованого динамічного аналізу

багатокомпонентних механічних систем EULER. Але зазначені програмні продукти не розраховані без відповідних надбудов на реалізацію інерційного способу розкриття багатоланкових конструкцій. В роботах [8-13] наведено результати, одержані попередньо на тему даної роботи.

Формулювання цілей статті. Метою статті є розробка геометричної моделі процесу розкриття в умовах невагомості каркасу параболічної антени за допомогою стержневих конструкцій, аналогічних чотириохланковому маятнику. Для ініціювання руху конструкції необхідно змоделювати дію імпульсних піротехнічних реактивних двигунів, встановлених на кінцевих точках ланок конструкції.

Основна частина. Оберемо уявну площину з декартовими координатами Oxy , на якій в умовах невагомості має переміщуватися чотириланкова стержнева конструкція. Вона складатиметься з чотирьох невагомих нерозтяжних стержнів довжин L_1, L_2, L_3 і L_4 , шарнірно з'єднаних між собою вузловими циліндричними шарнірами з масами m_1, m_2, m_3 і m_4 . Рух без тертя у циліндричних шарнірах забезпечує переміщення вантажів лише у межах обраної уявної площини. Тобто циліндричні шарніри у вузлах конструкції забезпечують її розкриття лише у межах абстрактної площини, яка проходить через нерухому точку конструкції.

Початок першої ланки стержневої конструкції збігається з початком координат O . У якості напрямку відліку оберемо вісь Oy . Узагальненими координатами вважатимемо кути $u_1(t), u_2(t), u_3(t)$ і $u_4(t)$, утворені на площині відповідними ланками з напрямком відліку (рис. 1).

Запуск руху стержневої конструкції у невагомості здійснюється шляхом вибору величин імпульсів, на-

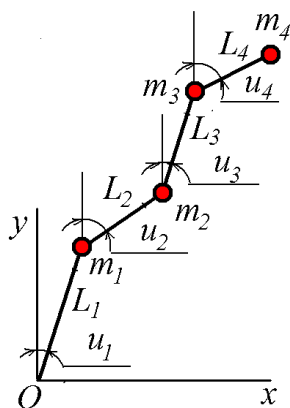


Рис. 1. Схема чотириланкової стержневої конструкції

даних кожному з кутів відхилень. Наприклад, $U'=\{u_1'(0), u_2'(0), u_3'(0), u_4'(0)\}$ означає, що i -тому вантажу масою m_i надано імпульс величиною $m_i u_i'(0)$, ($i=1..4$). Тобто кутам розкриття $u_i(t)$ надано початкові швидкості $u_i'(0)$, ($i=1..4$). З врахуванням наданої реактивними двигунами миттєвих швидкостей $u_1'(0)$, $u_2'(0)$, $u_3'(0)$ і $u_4'(0)$, стержнева конструкція далі має розкриватися за інерцією. Кожний піротехнічний двигун (типу піропатрона) повинен забезпечити розраховану величину імпульсу. Реактивні двигуни повинні закріплюватися так, щоб їх дії були спрямовані по нормалі до відповідної ланки в площині розкриття.

Для опису руху чотириланкової стержневої конструкції складемо та розв'яжемо систему рівнянь Лагранжа другого роду. За допомогою узагальнених координат обчислюємо координати вузлових точок:

$$\begin{aligned} x_1(t) &= L_1 \sin(u_1(t)); & y_1(t) &= L_1 \cos(u_1(t)); \\ x_2(t) &= x_1(t) + L_2 \sin(u_2(t)); & y_2(t) &= y_1(t) + L_2 \cos(u_2(t)); \\ x_3(t) &= x_2(t) + L_3 \sin(u_3(t)); & y_3(t) &= y_2(t) + L_3 \cos(u_3(t)); \\ x_4(t) &= x_3(t) + L_4 \sin(u_4(t)); & y_4(t) &= y_3(t) + L_4 \cos(u_4(t)). \end{aligned} \quad (1)$$

За умови відсутності дисипативних сил і з врахуванням «нульової» потенціальної енергії опис розкриття стержневої конструкції на уявній площині виконаємо на основі лагранжіана:

$$L = 0,5[m_1(x_1'^2 + y_1'^2) + m_2(x_2'^2 + y_2'^2) + m_3(x_3'^2 + y_3'^2) + m_4(x_4'^2 + y_4'^2)]. \quad (2)$$

Опис руху чотириланкової стержневої конструкції одержимо у вигляді системи з чотирьох диференціальних рівнянь Лагранжа другого роду відносно функцій $u_1(t)$, $u_2(t)$, $u_3(t)$ і $u_4(t)$ (з причини громіздкості тут

не наведено). При розв'язанні системи рівнянь слід враховувати координати таких векторів: довжин ланок стержневої конструкції: $L=\{L_1, L_2, L_3, L_4\}$; значень мас вантажів (шарнірів): $m=\{m_1, m_2, m_3, m_4\}$; значень початкових кутів відхилень: $U=\{u_1(0), u_2(0), u_3(0), u_4(0)\}$, а також значень початкових швидкостей, наданих кутам відхилень $U'=\{u_1'(0), u_2'(0), u_3'(0), u_4'(0)\}$. Всі значення параметрів в умовних величинах.

З врахуванням відповідних початкових умов системі рівнянь Лагранжа другого роду розв'язано методом Рунге-Кутти в середовищі математичного пакету Maple, і одержані наблизені розв'язки позначено символами $U_1(t)$, $U_2(t)$, $U_3(t)$ і $U_4(t)$. В обраній на площині системі координат Oxy з використанням одержаних розв'язків визначаємо координати вузлових точок в момент часу t . Для цього використовуємо вирази (1) для обчислення координат вузлів стержневої конструкції за допомогою узагальнених координат, замінивши там малі літери u на великі U .

Враховуючи обчислені координати вузлів стержневої конструкції як функції в часі, побудуємо кадри комп'ютерної анімації процесу розкриття. В результаті спостереження за процесом розкриття обираємо момент часу $t=t_0$ зупинки розкриття та визначаємо параметри стоп-коду $U_{stop}=\{u_1(t_0), u_2(t_0), u_3(t_0), u_4(t_0)\}$.

У визначений за допомогою комп'ютерної анімації час t_0 розкриття необхідно зупинити. Враховано, що багатоланкову стержневу конструкцію на орбіту доставляють у складеному вигляді (наочно це нагадує побутовий метр у складеному стані). Вектор значень початкових кутів відхилень матиме координати $U=\{\pi/2, -\pi/2, \pi/2, -\pi/2\}$.

Для формування каркасу квазіпараболіда (названо для коректності) обрано однакові довжини ланок $L=\{3, 3, 3, 3\}$ і маси вантажів $m=\{1, 1, 1, 1\}$. На кінцеві точки ланок механізмів передбачено впливати піротехнічними пристроями, величини імпульсів яких визначаються координатами вектора $U'=\{0.1, 1.9, 1.3, 2.5\}$. Значення всіх параметрів в умовних величинах.

Час інтегрування системи рівнянь $T=1.55$. На рис. 2 наведено кадри схеми формування квазіпараболи, наблизену чотириланковими стержневими конструкціями. Координатами вектора «стоп-коду» будуть $U_{stop}=\{0.1642, 0.7710, 1.006, 1.435\}$. На сайті [14] наведено анімаційні зображення, які підтверджують одержані результати.

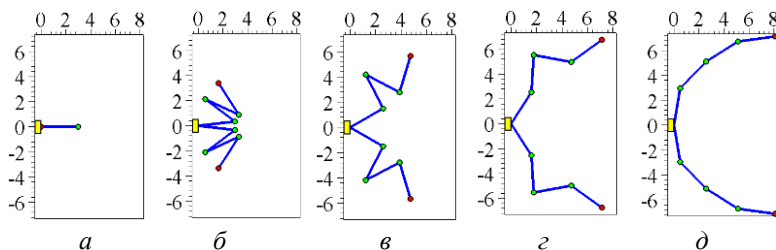


Рис. 2. Кадри процесу розкриття схеми квазіпараболи: а – $t=0$; б – $t=0.5$; в – $t=1$; г – $t=1.2$; д – $t=1.55$

На рис. 3 зображено форму каркасу квазіпараболіда, одержану обертанням навколо осі Ox квазіпараболи з рис. 2, е.

До переваг піротехнічних пристроїв, на яких базується запропонована схема розкриття багатоланкової

стержневої конструкції, слід віднести: малу вагу і дешевизну; можливість налаштування на розраховану величину імпульсу; стійкість до перевантажень в процесі доставки на орбіту; не потребують розконсервування та тестування перед запуском розкриття конс-

трукції; можливість активізації дії дистанційно за допомогою радіосигналів або рентгенівського випромінювання.

Висновки. Взаємне розташування елементів чотириланкових стержневих конструкцій, які наближають квазіпараболу та квазіпараболіод, доцільно визначати за допомогою комп'ютерної анімації. Аналіз кадрів анімацій дозволяє обрати необхідний момент часу фіксації (зупинки) розкриття, коли виникне необхідне для використання (у даному випадку - у вигляді квазіпараболи) взаємне розташування ланок стержневих конструкцій.

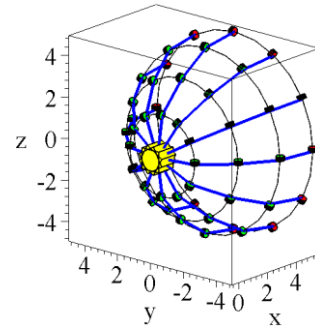


Рис. 3. Конструкція, яка наближає форму квазіпараболіода

ЛІТЕРАТУРА

1. Алпатов А. П. Динаміка перспективних космічних апаратів // А. П. Алпатов / Вісник НАН України. 2013. № 7. С. 6–13
2. Буянова Л. В. Методика проектирования пиротехнических устройств систем отделения // Л. В. Буянова., Е. И. Журавлёв / Инженерный вестник. 2015. № 07. С. 56–62.
3. Особенности расчета раскрытия крупногабаритных трансформируемых конструкций различных конфигураций / Зимин В. Н., Крылов А. В., Мешковский В. Е., Сдобников А. Н., Файзуллин Ф. Р., Чурилин С. А. // Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2014. № 10. С. 179–191. doi: <https://doi.org/10.7463/1014.0728802> .
4. Deployable Perimeter Truss with Blade Reel Deployment Mechanism. URL: <https://www.techbriefs.com/component/content/article/tb/tech-briefs/mechanics-and-machinery/24098>.
5. Бушуев А. Ю. Математическое моделирование процесса раскрытия солнечной батареи большой площади // А. Ю.Бушуев, Б. А. Фарафонов / Математическое моделирование и численные методы. 2014. № 2. С. 101–114.
6. Щесняк С. Проектирование и расчет крупногабаритных раскрывающихся конструкций с помощью программных комплексов MSC.Software // С.Щесняк, А.Романов / CADmaster. 2009. № 2-3. С. 28–36.
7. Бойков В. Г. Программный комплекс автоматизированного динамического анализа многокомпонентных механических систем EULER // В. Г. Бойков / САПР и графика. 2009. № 9. С. 17–20.
8. Куценко Л. М. Геометричне моделювання розгортання у невагомості багатоланкової конструкції з інерційним розкриттям // Л. М.Куценко, Л. Л. Запольський / Вісник Херсонського національного технічного університету. 2017. Т. 2, № 3 (62). С. 284–291.
9. Geometrical modeling of the inertial unfolding of a multi-link pendulum in weightlessness / Kutsenko L., Shoman O., Semkiv O., Zapolsky L., Adashevskay I., Danylenko V. et. al. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. 6, Issue 7 (90). P. 42–50. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.114269> .
10. Куценко Л. М., Пікрасов М. М., Запольський Л. Л. Ілюстрації до геометричного моделювання інерційного розкриття багатоланкового маятника у невагомості. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/4868>.
11. Geometrical modeling of the shape of a multilink rod structure in weightlessness under the influence of pulses on the end points of its links / Kutsenko L., Semkiv O., Zapolskiy L., Shoman O., Ismailova N., Vasyliiev S. et. al. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 2, Issue 7 (92). P. 44–58. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126693> .
12. Куценко Л. М., Пікрасов М. М., Запольський Л. Л. Ілюстрації до статті геометричне моделювання процесу розкриття стержневих конструкцій у невагомості. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/6335>.
13. Куценко Л. М., Пікрасов М. М., Запольський Л. Л. Геометричне моделювання розкриття у невагомості деяких просторових стержневих конструкцій. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/7051>

REFERENCES

1. Alpatov A. P. Dinamika promising space apparatuses // A. P. Alpatov / Bulletin of the National academy of sciences of Ukraine. 2013. № 7. P. 6–13
2. Buyanova L.V. Method of designing pyrotechnic devices of separation systems // L.V. Buyanova., E.I. Zhuravlev / Engineering bulletin. 2015. № 07. P. 56–62.
3. Features of the calculation of the disclosure of large-sized transformable structures of various configurations / Zimin V.N., Krylov A.V., Meshkovsky V.E., Sdobnikov A.N., Fayzullin F.R., Churilin S.A. // Science and Education. MGTU them. N.E. Bauman. 2014. No. 10. P. 179–191. doi: <https://doi.org/10.7463/1014.0728802>
5. Bushuev A. Yu. Mathematical modeling of the process of opening a large solar cell // A. Yu. Bushuev, B. A. Farafonov / Mathematical modeling and numerical methods. 2014. No. 2. P. 101–114.
6. Szczesniak S. Designing and calculating large-sized drop-down constructions using MSC.Software software systems // S. Schesnyak, A. Romanov / CADmaster. 2009. No. 2-3. P. 28–36.
7. Boykov V. G. The software complex for automated dynamic analysis of multicomponent mechanical systems EULER // V. G. Boykov / CAD and graphics. 2009. № 9. P. 17–20.
8. Kutsenko L.M. Geometric model-waving rozgortannaya nevagomosti bagatolankovo i designs with inertsinym rozkrittiam // L.M.Kutsenko, L.L. Zapolskiy / Herald of the Kherson national technical university. 2017. Vol. 2, No. 3 (62). P. 284–291.
10. Kutsenko L. M., Pिकासов M. M., Zapolskiy L. L. Illustrations to geometric modeling of inertial disclosure of a multilateral pendulum in weightlessness. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/4868>.
12. Kutsenko L. M., Pिकासов M. M., Zapolskiy L. L. Illustrations to the article geometrical modeling of the process of opening of rod structures in weightlessness. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/6335>.
13. Kutsenko L. M., Pिकासов M. M., Zapolskiy L. L. Geometrical modeling of the discovery of the weightlessness of some spatial rod structures. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/7051>

Geometrical modeling of the unfolding of spatial rod structures, similar to the four-link pendulum, in weightlessness

L. Zapolskiy, S. Shevchenko

A geometrical model of opening in the zero gravity framework of a parabolic antenna with the use of a rod structure similar to a four-link pendulum is proposed. The movement of the links of the structure occurs due to the action of the pulses of pyrotechnic engines on the end points of the links. The description of the motion of the obtained inertial disclosure of the core structure was carried out using the Lagrange equation of the second kind, and, taking into account the conditions of weightlessness, constructed using only the kinetic energy of the system. The relevance of the topic is determined by the need to improve and research new technological schemes for disclosing the frameworks of space infrastructures. Including frames of parabolic antennas, elements of which are a family of identical confocal parabolas, obtained by rotation with a certain angular step around a common axis. In addition, interesting should be new technologies to perform installation work in orbit using the structures of mechanical grips (such as "hands work"), located outside the spacecraft. The parameters and initial conditions for launching the motion of a four-bar core structure are determined in order to obtain the necessary arrangement of links. It is shown that for implementations of variants of inertial opening it is necessary to apply a set of unified pyrotechnic devices, the magnitudes of which pulses are determined by the coordinates of the vector $U = \{0.1, 1.9, 1.3, 2.5\}$ conventional units. It is possible to construct graphs of the time variation of the functions of the angles as generalized coordinates, as well as the first and second derivatives of these functions. As a result, you can get an estimate of the power characteristics of the system at the time of braking (stopping) the process of disclosure. The results are intended for geometric modeling of variants for the disclosure of four-bar core structures in zero gravity. For example, frames for orbital infrastructures, as well as mechanical manipulators for capturing space objects.

Keywords: *four-bar core construction, opening in weightlessness, Lagrange equations of the second kind.*

Editor-in-chief: Dr. Xénia Vámos

The journal is published by the support of
Society for Cultural and Scientific Progress in Central and Eastern Europe

Készült a Rózsadomb Contact Kft nyomdájában.
1022 Budapest, Balogvár u. 1.
www.rcontact.hu