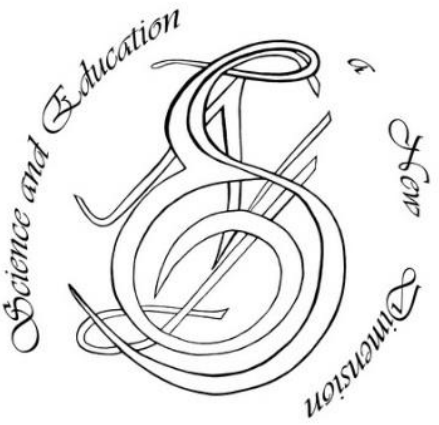
p-ISSN 2308-5258 e-ISSN 2308-1996
Natural and Technical Sciences, VII(23), ISSUE 193, 2019Feb.

SCIENCE AND EDUCATION A NEW DIMENSION

NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES



www.seanewdim.com

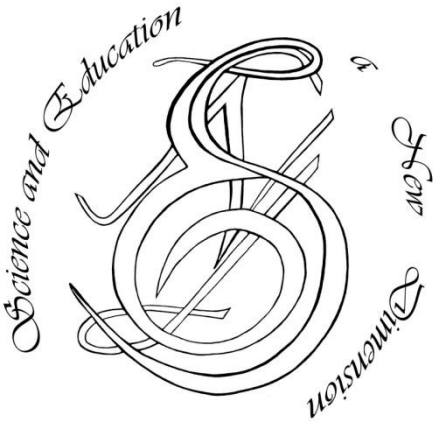
p-ISSN 2308-5258 **e-ISSN 2308-1996**

VII(23), Issue 193, 2019 Feb.

SCIENCE AND EDUCATION A NEW DIMENSION

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23

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 Universityof West Hungary

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

Irina Malova, Doctor of Science in Pedagogy, Head of Department of methodology of teaching mathematics andinformation 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 partment 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 Włocławek, 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 Khmelnitsky 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 Khmelnitsky 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 Khmelnitsky 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 edagogical University, Uzbekistan

Roza Uteeva, Doctor of Science in Pedagogy, Head of the Department of Algebra and Geometry, Togliatti StateUniversity, 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 Philolgy of Bohdan Khmelnitsky National, University of Cherkasy, Ukraine

Tatyana Prokhorova, Doctor of Science in Pedagogy, Professor of Psychology, Department chair of pedagogics andsubject 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 Departament 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 andanimals, Bohdan Khmelnitsky National University of Cherkasy, Ukraine

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

Zoltán Poór, CSc in Language Pedagogy, Head of Institute of Pedagogy, Apáczai Csere János Faculty of the Universityof 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

GOOGLE SCHOLAR

CROSSREF (DOI prefix:10.31174)

ULRICHS WEB GLOBAL SERIALS DIRECTORY

UNION OF INTERNATIONAL ASSOCIATIONS YEARBOOK

SCRIBD

ACADEMIA.EDU

CONTENT

AGRICULTURE…… 7

Вплив метеорологічних факторів на розмноження сільськогосподарських тварин
Т. І. Нежлукченко, Н. В. Нежлукченко, М. В. Архангельська, Т. С. Коваленко…… 7

ARCHITECTURE…… 11

Комунікаційна система як модель структуроутворення міста (на прикладі історичної практики Києва X-XIX століть)
Л. Г. Бачинська, О. В. Бачинська…… 11

BIOLOGY…… 16

Growth and morphogenetic reactions in near-isogenic lines of PPD genes of winter wheat Triticum aestivum L. under in vivo and in vitro conditions
O. O. Avksentieva, O. I. Zubrych…… 16

Стратегії формування пристосувальних реакцій в організмі студентів із різним характером навчального навантаження
О. В. Гулька…… 20

The Effect of Photoperiod Duration on the Dynamics of Content of WaterSoluble Carbohydrates in Soybean Seeds (Glysine max (L.) Merr.)
V. V. Zhmurko, Hider Nibil Hussein Al-Hamadeni…… 25

CHEMISTRY…… 29

Удосконалення технології вилучення йоду з водних систем
Н. М. Корчик, Н. М. Буденкова, О. А. Пророк…… 29

Обеспечение безопасности применения наливных эмульсионных ВВ в сульфидных породах
И. Л. Коваленко, Д. В. Шевчик, В. Л. Коваленко…… 32

INFORMATION TECHNOLOGY…… 36

Сравнительный анализ и выбор предпочтительной технологии мобильной связи четвертого и пятого поколения
В. М. Безрук, Ю. В. Скорик, В. А. Власова, Ю. Н. Колтун…… 36

Дослідження методики передачі інформації в безпроводових сенсорних мережах між інтелектуальними сенсорними датчиками
Н. М. Довженко, І. П. Саланда, А. О. Барабаш, М. О. Коваль…… 39

Проблеми безпеки у функціонально стійких бездротових сенсорних мережах
А. В. Собчук, А. О. Барабаш, Ю. В. Кравченко, М. О. Коваль…… 42

Functionally sustainable wireless sensor network technologies aspects analysis
A. V. Sobchuk, V. V. Sobchuk, O. V. Barabash, I. Liashenko…… 46

Issues of Backhaul Construction Based on Long Term Evolution Technology
L. O. Tokar, Ya. O. Krasnozheniuk…… 49

MEDICINE……..…….…… 52

Вивчення рівня фізичного здоров'я юнаків гірських районів Закарпаття за метаболічним рівнем аеробного та анаеробного енергозабезпечення в залежності від компонентного складу тіла
О. А. Дуло…….....……...…… 52

The effect of intermittent cold effects on the morphometric parameters of the endometrium and rat ovaries in experimental modelling of polycystic ovary syndrome
I. Kuzmina, M. Zhulikova…….....……...…… 56

Модельні характеристики нейродинамічних, біоенергетичних властивостей, фізичної та техніко-тактичної підготовленості висококваліфікованих футболістів
В. С. Лизогуб, В. О. Пустовалов, Т. В. Кожемяко, Н. П. Черненко, В. В Шпанюк…….....…… 59

Иммуногистохимические особенности коллаген и фибронектин – синтезирующей функции эндометрия при разных схемах поддержки лютеиновой фазы
А. С. Луцкий, И. В. Сорокина…….....…….…….. 64

SPORT…….....…… 69

Перебудови в системі дихання спортсменів при адаптації до середньогір'я
В. М. Ильїн, М. М. Філіппов, Г. В. Клименко……..…….…… 69

Удосконалення техніко-тактичної підготовки футболістів групи підвищення спортивної майстерності
І. М. Скрипка, М. Б. Чхайло, І. М. Кравченко, В. В. Гладов…….....…….. 73

TECHNICAL SCIENCE…….....…….…….. 77

Method of applying two-step variational-gradient method to dynamic models in decision support systems
N. B. Dakhno, T. V. Maisak, H. V. Shevchenko, O. V. Svynchuk…….....……..…….. 77

A contact problem solution with taking into account shear deformations
N. Fidrovska, E. Slepuzhnikov, I. Perevoznik…….....…….…… 80

Удосконалення та оптимізація рецептури багатокомпонентних рибних консервів
Н. М. Кушніренко…….....…….…….……..... 82

Online algorithm for possibilitic fuzzy clustering based on evolutionary cat swarm optimization
A. Shafronenko, Ye. Bodyanskiy…….....……..…… 86

MATHEMATICAL SCIENCES…….....…….…… 89

Про існування розв'язку задачі Коші одного класу стохастичних диференціально-різницевих рівнянь в частинних похідних із зовнішніми випадковими збуреннями
І. В. Юрченко, В. С. Сікора…….....…….…….. 89

VETERINARY MEDICINE…….....…….…….... 93

Деякі особливості організму та м'ясні якості свиней відгодівельних груп з різним коефіцієнтом емоційності за промислової технології
А. О. Решетник, С. В. Лайтер-Москалюк…….....…….. 93

AGRICULTURE

Вплив метеорологічних факторів на розмноження сільськогосподарських тварин

Т. І. Нежлукченко, Н. В. Нежлукченко, М. В. Архангельська, Т. С. Коваленко

Державний вищий навчальний заклад «Херсонський державний аграрний університет»,
м.Херсон, Україна
Corresponding author. E-mail: papakinans@ukr.net

Paper received 05.09.18; Accepted for publication 11.09.18.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-01

Анотація. Вивчено показники заплідненості вівцематок і виходу ягнят на 100 маток у період 2005…2012р.р. які відповідають стандартам породи. За останні 4 роки спостережень встановлено значне зниження відтворювальних якостей (на 2,5…5,9%), що обумовлено несприятливими кліматичними умовами, відповідно зменшились показники живої маси ягнят.

Ключові слова: *вівчарство, порода, таврійський тип, фертильність, вихід ягнят, вплив клімату.*

Вступ. Вплив метеорологічних умов на процеси овогенеза відомі практикам вівчарства. Із огляду на особливості погоди та на заходи, що запобігають перегріву організму маточного поголів'я, передові чабани зменшують яловість овець і отримують у намічені терміни здоровий молодняк.

Огляд публікацій за темою. За результатами досліджень Н.В.Нежлукченко [1,с. 504, 2, с.17] підвищена температура повітря у поєднанні з низькою масою тварин призводить до зменшення чисельності приплоду.

У дослідженнях приділено увагу ознакам, що характеризують репродуктивні якості овець [3,с. 304]. Відтворювальні якості овець залежать від генетичних факторів і умов зовнішнього середовища [4,с.7]. До генетичних факторів відносяться міжпородні відмінності щодо багатоплідності та її мінливість у межах стада, яка, в свою чергу, залежить від віку, живої маси маток, умов годівлі і утримання.

Плодючість тварин відноситься до складних ознак і на її прояв суттєво впливають паратипові фактори [5, с.198]. Наприклад, інтенсивність визрівання фолікул і кількість утворюваних яйцеклітин тісно пов'язані з фізіологічним станом вівцематок. За даними Туринського В.М. [6, с.120] плодючість є селекційною ознакою, що визначає у вівчарстві рівень продуктивності та інтенсивність селекції.

Будь-яка технологія вирощування і експлуатації тварин базується на використанні їх природних особливостей. Кожний організм має унікальний генотип, який обумовлює процеси його росту і розвитку. Однак у межах породи тваринам притаманні загальні показники рівня ознак продуктивності, тобто, вони мають однакові гени в індивідуальних генотипах. Відмінності щодо показників продуктивності тварин, що належать до однієї породи, пояснюються індивідуальними комбінаціями генів особин.

Чисельними експериментами визначено особливості впливу різних паратипових факторів на ріст і розвиток овець та формування їх продуктивних і репродуктивних якостей [7,с.24, 8, с.30, 9,с.52, 10,с.11, 11,с.14]. Вплив зовнішніх факторів особливо проявляється у ранньому віці.

Мета досліджень вивчити особливості показників відтворення овець в умовах Півдня України, визначити вплив погодних умов на показники чисельності приплоду.

Матеріали та методи досліджень. На підставі отриманих показників живої маси ярок із семи лінійних груп досліджувалися закономірності інтенсивності їх росту, що обумовлено необхідністю підвищення точності оцінки племінної цінності тварин за продуктивністю в ранньому онтогенезі. Зважування проводилося вранці перед годівлею. Результати зважування ярочок надано в табличній формі. Такий підхід дозволяє скоротити обсяг і строки дослідження молодняка, прискорити темп зміни поколінь, що теоретично забезпечує високий ефект селекції. Отримані матеріали щодо живої маси слугували показниками змін величини тіла тварин за віком ярок одинців і двоєн.

Результати та їх обговорення. За даними динаміки живої маси ярок (одинці, двійні) до 12-місячного віку визначено, що вікова зміна цього показника проходить згідно логістичної кривої, тобто форма кривої розвитку тіла ярок не залежить від кількості їх у приплоді і проходить закономірно, згідно S-функції. Але при відбивці ягнят від вівцематок вони переносять суттєвий фізіологічний стрес, який впливає на інтенсивність їх росту. В даному випадку домінуючими слід вважати паратипові фактори, такі як непідготовленість системи травлення до самостійного вживання ягнятами грубих кормів, кліматичні й зоогігієнічні умови в період відбивки ягнят (літні місяці) і наявність повноцінної кормової бази та якість кормів.

Для сприйняття закономірності росту живої маси ярок одинців і двійнят представлено рис. 1 і 2.

Отримані матеріали засвідчують, що ярки-одинці мають більшу живу масу у порівнянні з ярками-двійнями протягом всього періоду досліджень. Яркиодинці всіх ліній характеризуються ідентичною закономірністю – до відлучення від вівцематок за живою масою вони дещо переважали ярок-двоєн, але в наступні місяці (до 12-місячного віку) відбувається зниження інтенсивності їх росту у порівнянні з ярками-двійнями.

При відлученні ярок-одинців семи лінійних груп їх середня жива маса змінювалася у межах від 21,4 кг

 ©|*T. I. Nezhlukchenko, N. V. Nezhlukchenko, M. V. Arkhangelska T. S. Kovalenco 2019*

(ярки лінії 8.31) до 24 кг (ярки лінії 100, контрольна лінія), тобто на 2,6 кг або на 12,2%, а в 12-місячному віці максимальна різниця становила 4,8 кг або 14,1% між ярками лінії 1444 і лінії 100. Слід зауважити, що різниця між ярками лінійних груп таврійського типу була дещо меншою і не перевищувала 4,4 кг. Максимальні значення живої маси притаманні яркам-одинцям лінії 2.29 (38,6 кг), мінімальні – тваринам лінії 1444. Поясненням цього є вплив спадковості батьківських пар.

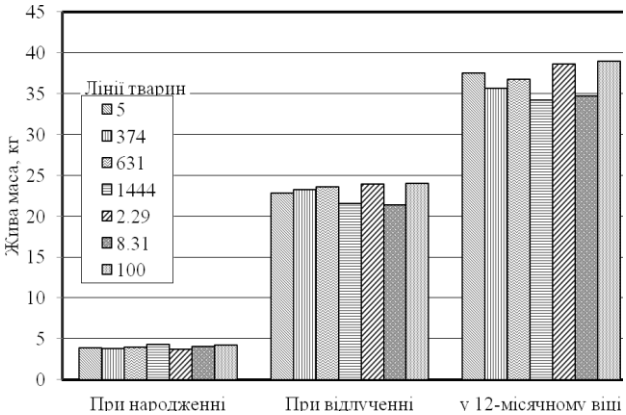


Рисунок 1. Жива маса ярок-одинців різних лінійних груп при народженні, відлученні й у 12-місячному віці

Ярки-двійні всіх лінійних груп протягом усього періоду досліджень на 5,1% поступалися за розвитком яркам-одинцям лінії 5, яким за живою масою притаманні спадкові ознаки асканійської тонкорунної породи. Під час відбивки різниця за цією ознакою змінювалася від 1,3 кг до 2,1 кг або по відношенню до значення живої маси ярок-одинців становила відповідно 6,1% і 9% (лінія 5). У 12-місячному віці їх різниця змінювалася від 0,9 кг до 1,5 кг. Ярки-двійні після відлучення (додаток В) мали такий темп росту, що до річного віку різниця за живою масою у порівнянні з ярками-одинцями стала незначною.

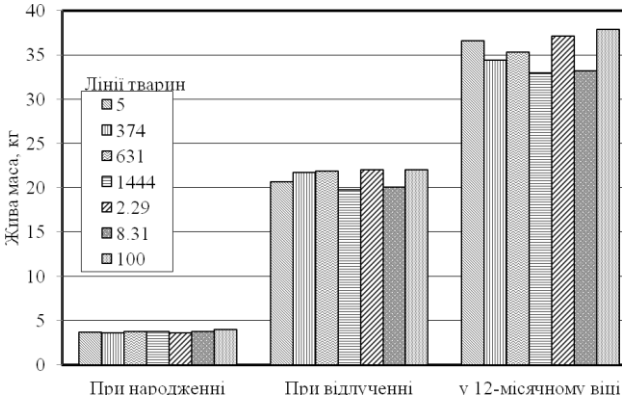


Рис. 2. Жива маса ярок-двоєн різних лінійних груп при народженні, відлучених і у 12-місячному віці

Таким чином, для всіх лінійних групувань темп росту ярок-двоєн від народження до річного віку проходить інтенсивніше у порівнянні з ярками-одинцями. За результатами досліджень можна констатувати кращий розвиток ярок-одинців упродовж року порівняно з ярками-двійнями. Ягнята з більшою живою масою при народжені, незалежно від лінійної належності, зберігають свою перевагу у наступні місяці (до одного року).

Для лінійних груп таврійського типу середні добові прирости живої маси ярок-одинців за період від народження до відлучення коливалися у межах 144,2 - 168,3 г, низькі значення цього показника належали лініям 8.31 і 1444 (по 144,2 г), максимальні – лініям 2.29 і 100 (відповідно 168,3 і 165,0 г), що свідчить про успадкування ярками таврійського типу цієї закономірності від батьківських пар. Для ярок-двоєн закономірності залишаються аналогічними. Середні добові прирости живої маси ярок за період від народження до відлучення для лінійних груп таврійського типу змінювалися від 135,8 г (лінія 8.31) до 150,8 г (лінія 374).

Отримані результати свідчать про значні можливості розвитку ярочок таврійського типу в період від народження до відлучення.

Установлено також, що за двомісячний період (з 4 по 6 місяць) життя помітно затримується ріст як ярок-одинців, так двоєн усіх лінійних групувань. Це пояснюється наявністю фізіологічного стресу в ярок, який змінювався у досліджуваний віковий період протягом 1 - 2 місяців і підтверджується зниженням середніх добових приростів живої маси ярок-одинців за період після відлучення (з 4-го по 6-й місяці), від 45г (лінія 374) до 88г (лінії 5 і 100). Середні добові прирости живої маси від відлучення до 12-місячного віку значно знижуються від 2,63 разів (ярки лінії 5) до 3,21 разів (лінія 374) порівняно з періодом від їх народження до відлучення. У цей віковий період середні добові прирости живої маси ярок-двоєн змінювалися у межах від 133,3 г (тварини лінії 1444) до150 г (лінії 100) і 150,8 г (тварини ліній 374 і 631).

Якщо при народженні й відлученні одинці вірогідно перевищували двоєн за цим показником, то в річному віці ця різниця стала не вірогідною.

Результати свідчать, що закономірна різниця за живою масою при народженні між одинцями та двійнями компенсується з віком, тому можна вважати, що розмір маси потомків при відлученні від вівцематок може слугувати критерієм їх відбору.

Велике значення у формуванні продуктивних та відтворювальних якостей овець таврійського типу асканійської тонкорунної породи відіграють генотипові (лінійне походження) та онтогенетичні фактори (вік вівцематок). Переважний вплив на відтворювальні якості має вік, лінійна належність та взаємодія ”вік х інтенсивність росту”.

У таблиці 1 наведено показники заплідненості вівцематок і виходу ягнят на 100 маток упродовж 8 суміжних років. За останні 4 роки установлено значне зниження відтворювальних якостей, на наш погляд, обумовлених несприятливими кліматичними умовами, що вплинули на зменшення живої маси і поживності кормів для ягнят. Саме у період від 2009 року відбувається підвищення середньомісячної температури у серпні – вересні місяці на 0,5…1,2^{0}С.

Таблиця 1. Динаміка показників відтворювальних якостей овець, $\overline{X} \pm S_{\bar{x}}$,*n*=40

Ознака	Рік							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Заплідненість маток, %	83,5±2,86	83,0±2,21	80,1±1,57	80,3±1,33	78,5±2,09	80,1±2,42	74,5±1,64	77,6±1,71
Вихід ягнят, гол.	122,9±3,94	124,8±4,08	120,2±3,66	121,1±4,17	114,5±4,65	111,4±3,34	104,5±3,29	105,4±3,78

Слід відмітити низьку успадковуваність плодючості овець – 0,15 - 0,20 і повторюваність цієї ознаки, тобто здатність тварин народжувати однакову кількість ягнят у різні ягніння (табл.2).

Але практика розведення овець різних порід показує, що плодючість є спадково обумовленою ознакою і селекція овець за цією ознакою може бути досить ефективною, про що свідчать результати селекції овець таврійського типу асканійської тонкорунної породи. Існуючі відмінності, значна внутрішньопородна мінливість у межах породи і стада вказують, що відтворювальні якості спадково обумовлені й за ними можлива успішна селекція.

Між вівцематками 3-річного віку, які походять з різних ліній, установлено відмінності за показниками рівня відтворювальних якостей (табл.4).

Мінімальні значення за заплідненістю вівцематок притаманні тваринам ліній 5 та 100, відповідно 77,2 і 76,1 %; максимальні – вівцематкам ліній 374 і 2.29, відповідно 82,6 та 84,4 %. Якщо за цим показником порівнювати тварин лінії 100 з тваринами інших ліній, то заплідненість вівцематок ліній 631 та 8.31 була дещо нижче (на 0,7 - 0,2%), ніж у тварин лінії 100, що не є достовірною різницею (P>0,05).

Аналогічні відмінності виявлено за показником ”вихід ягнят”. Мінімальні значення спостерігалися у вівцематок ліній 5, 1444 та 100 і змінювалися у межах 110,2 - 114,3 голів на 100 вівцематок, а максимальні належали тваринам ліній 374, 631 та 2.29 і становили відповідно 122,8, 121,9 і 120,1 голів. У порівнянні з вівцематками лінії 100 вірогідні різниці показника ”вихід ягнят” у вівцематок цих ліній становили відповідно 10,9 (P<0,01), 10 (P<0,05) та 8,2 голів на 100 вівцематок (P<0,05).

Таблиця 2. Відтворювальні якості вівцематок таврійського типу асканійської тонкорунної породи залежно від лінійного походження, $\overline{X} \pm S_{\bar{x}}$,*n*=40

Лінія тварин	Показник	
	заплідненість,%	вихід ягнят, гол.
5	77,2±2,87	110,2±2,83
374	82,6±1,66*	122,8±1,91**
631	75,4±2,51	121,9±3,61*
1444	79,7±3,08	114,3±3,06
2.29	84,4±2,12*	120,1±2,28*
8.31	75,9±3,17	119,2±2,97
100	76,1±2,88	111,9±3,11

Висновки. Встановлені розбіжності обумовлені переважно генетичним потенціалом вівцематок кожної досліджуваної лінії, що підтверджує спадкову обумовленість ознак за відтворювальними якостями і тому селекція на раннє ягніння стає ефективною. Для перспективної селекції першочерговим стає відбір багатоплідних маток у якомога ранньому віці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Нежлукченко Н.В. Физиологический потенциал интенсивного использования овец в воспроизводстве / Н.В. Нежлукченко // Чисте місто. Чиста ріка. Чиста планета : зб. матеріалів форуму. – Херсон: ХТПП, 2011. – С. 504 - 509.
2. Нежлукченко Н.В. Особливості показників відтворювальної здатності овець таврійського типу асканійської тонкорунної породи / Н.В. Нежлукченко, Т.В. Обоіста // Вісник Сумського національного аграрного університету. – Суми, 2012. – Вип. 12 (21). – С. 17 - 18.
3. Yue Kai. Effect of genetic variation of the POUIF 1 gene on growth traits of Nauyang cattle Y. chann Huansbuo / Yue Kai, Chen Hong et all. // Acta genet. Sin. – 2006. – № 10. – P. 901 – 907.
4. Датукишвили Е.Р. Изменчивость признаков и её значение в селекции животных / Е.Р. Датукишвили // Зоотехния. – №11. – 2008. – С. 6-8.
5. Влияние различных факторов на воспроизводительные качества овцематок / [Яковенко А.М., Антоненко Т.И., Зонов М.Ф., Мамышев С.А.] // Современные технологические и селекционные аспекты развития животноводства России : матер. III Межд. науч.- практ. конф., 18- 21 октября 2005. – Дубровицы : ВИЖ, 2005. – Т.1. – Разд. 1. – С. 197 – 199.
6. Туринський В.М. Напрямки гармонізації вівчарства з природним середовищем південних степів України / В. М. Туринський, В.М. Рябко // Вісник ДДАУ. –2002. –№2. – С. 119 – 121.
7. Барсукова О.Є., Сакса Є.І., Вплив рівня молочної продуктивності на плодючість корів / О.Є. Барсукова, Є.І. Сакса // Зоотехнія. – 2007. – № 11, –С.22 – 25.
8. Винничук Д. Т. Экстерьерный тип и продуктивность коров [Текст] / Д. Т. Винничук, П. Д. Максимов, В. П. Коваленко : Украинская академия аграрных наук, Институт агроэкологии и биотехнологии УААН "Генетические основы селекции животных". – Киев : [б. и.], 1994. – 36 с.
9. Егиазарян А.В. Комплексная оценка племенных коров с учётом воспроизводительной способности / А.В. Егиазарян // Достижения науки и техники АПК. – 2011.– № 3. – С. 51 -53.
10. Ерохин С.А. Наследственная и фенотипическая обусловленность многоплодия овец / С.А. Ерохин // Овцы, козы и шерстяное дело. – 2009. – №1. – С. 10 - 11.
11. Новикова Н.А. Сравнительные особенности шерсти австралийских мериносовых баранов с грозненскими и ставропольскими / Н.А.Новикова, З.П. Зорина // Сб. науч.тр. ВНИИОК. – Ставрополь. – 1985. – Вып. 35. – Т.1. – С. 11 - 16.

REFERENCES

1. Nezhlukchenko N.V. Physiological potential of intensive use of sheep in reproduction / N.V. Nezhlukchenko // Clean city. Clean river Pure Planet: Sb. forum materials. - Kherson: KhTPP, 2011. - P. 504 - 509.
2. Nezhlukchenko N.V. Features figures reproductive ability of sheep Taurian type Ascanian fine fleece breed / N.V. Nezhlukchenko, T.V. Oboista // Bulletin of the Sumy Nation-

al Agrarian University. - Sumy, 2012. - Exp. 12 (21). - P. 17 - 18.
3. Yue Kai. Effect of genetic variation of the POUIF 1 gene on growth traits of Nauyang cattle Y. chann Huansbuo / Yue Kai, Chen Hong et all. // Acta genet. Sin. – 2006. – № 10. – P. 901 – 907.
4. Datukishvili E.R. Variability of signs and its significance in animal breeding / E.R. Datukishvili // Zootechny. - № 11. - 2008. - P. 6-8.
5. Influence of various factors on reproductive qualities of ewes / [Yakovenko A.M., Antonenko T.I., Zonov M.F., Mamyshev S.A.] // Modern technological and selection aspects of development of cattle breeding in Russia: mater. III Int. scientific-practical. Conf., October 18-21, 2005. - Dubrovitsy: VIZh, 2005. - T.1. - Sect. 1. - P. 197 – 199.
6. Turinsky V.M. Directions of harmonization of sheep breeding with the natural environment of the southern steppes of Ukraine / V.M. Turinsky, V.M. Ryabko // Bulletin of DDAU. -2002 No.2 - P. 119 - 121.
7. Barsukova O.Ye., Saksha E.I. Influence of the level of milk productivity on fertility of cows / O.E. Barsukova, E.I. Saxa // Zootechniya - 2007. - No. 11, -S.22 – 25.
8. Vinnichuk D.T. Exterior type and productivity of cows [Text] / D. T. Vinnichuk, P.D. Maksimov, V. P. Kovalenko: Ukrainian Academy of Agrarian Sciences, Institute of Agroecology and Biotechnology, UAAS "Genetic bases of animal breeding". - Kiev: [б. and.], 1994. - 36 p.
9. Yeghiazaryan A.V. Integrated assessment of breeding cows, taking into account the reproductive ability / A.V. Yeghiazaryan // Achievements of science and technology of agroindustrial complex. - 2011.- No. 3. - P. 51 -53.
10. Erokhin S.A. Hereditary and phenotypic conditionality of sheep multiplicity / S.A. Erokhin // Sheep, goats and woolen business. - 2009. - №1. - P. 10 - 11.
11. Novikova N.A. Comparative features of the wool of Australian Merino sheep with Grozny and Stavropol / N.Novikova, Z.P. Zorina // Collected Works. науч.тр. VNIIOK. - Stavropol. - 1985. - Issue. 35. - T.1. - P. 11 – 16

Influence of meteorological factors on the reproduction of farm animals

T. I. Nezhlukchenko, N. V. Nezhlukchenko, M. V. Arkhangelska T. S. Kovalenco

Abstract. The indices of fertility of sheep and goat lambs and the yield of lambs on 100 moths during the period of 2005 ... 2012r. which meet the breed standards. During the last 4 years of observation, a significant decrease in reproductive qualities was observed (by 2.5 ... 5.9%) due to unfavorable climatic conditions, respectively, the indicators of live weight of lambs decreased.

Keywords: *sheep breed, breed, Tauride type, fertility, lamb yield, climate impact.*

ARCHITECTURE

Комунікаційна система як модель структуроутворення міста (на прикладі історичної практики Києва X-XIX століть)

Л. Г. Бачинська, О. В. Бачинська

Київський національний університет будівництва і архітектури
Corresponding author. E-mail: ludmila_bachina@ukr.net; olga-polosatik@ukr.net

Paper received 02.02.19; Accepted for publication 08.02.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-02

Анотація. В статті розглядається роль системи пішохідних та транспортних комунікацій міста як основи його структуроутворення. В якості прикладу для дослідження і формулювання висновків відібрано історичне планування Києва з X по XIX століття включно. Аналіз історичного розвитку планування Києва довів, що комунікації є головною складовою структури, що визначає модель її подальшого зросту, та відбиває вплив політично-економічних та культурних умов на планування міста.

Ключові слова: *структура планування міста, комунікації, історичні плани Києва, функціональні зв'язки, інформаційно-візуальні зв'язки.*

Вступ. Київ із його неординарною історією існування є унікальним містом за етапами територіального розвитку і структурою, модель якої впродовж усього існування столиці нашої держави багаторазово змінювалася, тому наша столиця заслуговує на вивчення специфіки її формування для спостереження динаміки процесів її зростання та формулювання висновків щодо ролі шляхів, що історично склалися та нових, у структуроутворенні міського простору.

В організації планувальної структури значну роль відіграють шляхи – пішохідні та транспортні комунікації, які є певним кістяком будь-якого планування і забезпечують зв'язки між містом та іншими поселеннями, між містом та окремими об'єктами позаміського простору або між частинами самого міста. Саме комунікації забезпечують життєдіяльність міста та активність його населення. Комунікації, пронизуючи територію перебування людей, утворюють структуру поселення, його модель, яка у подальшому розвивається і змінюється залежно від суспільних потреб [1]. Розростаючись територіально з плином часу, місто набуває ускладненої системи шляхів, додаткових розгалужень, оновлених функцій, що виникають завдяки суспільного розвитку, формуванню нових потреб соціуму в організації міського простору. Отже, між плануванням міста, його структурою і системою шляхів - внутрішніх і зовнішніх по відношенню до території міста – є прямий зв'язок. Що впливає на розвиток шляхів та їхніх напрямків, на їх місцеположення та конфігурацію, які функції вони забезпечують, і чи впливають ці функції на планування шляхів, а через них на композицію забудови? В цій статті у якості прикладу для пошуку відповідей на перераховані вище питання обране історичне планування Києва, яке до цього часу не вивчалося на предмет специфіки формування його комунікаційної системи та її впливу на структуру міста.

Стислий огляд публікацій за темою. Тема взаємозалежності структури міста та системи шляхів, що розглядається в цій публікації, до певного часу не цікавила науковців. Розуміння її важливості до фахівців надійшло в середині XX століття, коли міста стали перетворюватися на мегаполіси, однією з причин яких з'явилася можливість долати великі простори за допомогою швидкісного транспорту. Отже, науково-технічний прогрес, суспільні потреби економії часу, стихійні процеси ущільнення та пошук оптимізаційних шляхів перебігу суспільної діяльності і багато інших чинників сприяли початку наукових пошуків в галузі проблеми існування комунікаційної системи міст й агломерацій та її впливу на життєдіяльність людей.

Ігнасіо Араухо розглядав простір с точки зору зв'язку індивідууму із середовищем, а тому простір структурований, має певну ієрархію членувань, що зумовлює зв'язки між окремими елементами [2]. Філософське розуміння простору міститься в уяві його як «формі існування матерії, її атрибутів…», категорії, що характеризує співіснування об'єктів, взаємодію їх, протяжність та структурність (розмірність, зв'язність, ізотропію та анізотропію) [3, с. 545-546]. Структурність архітектурного простору зумовлює його *розподіл на складові частини*, що поєднані на основі певних способів закономірного зв'язку, *сукупність* цих складових частин або елементів різних рівнів становить *систему*, важливою частиною якою є комунікації.

В минулому столітті науковці вивчали функціональні зв'язки між окремими частинами міста, які дозволяють розташовувати міські функції за принципами зонування. Зонінг є відбиттям системи чіткої організації планування, котра почала формуватися ще у Великобританії на початку 1950-х років у вигляді системи диференціації міських територій за окремими містобудівними об'єктами. Запозичена Радянським Союзом ця система була розвинена і вдосконалена як принцип розподілу міських територій на окремі об'єкти, що мали зв'язок із системою культурно-побутового обслуговування, наслідки якої маємо в забудові міст і до цього часу.

Однією з інноваційних праць по ролі, типах і використанню комунікацій в структурі міста є дослідження 1970-х років О.Е. Гутнова [4], який критикував визначення міського плану «за домінуючим типом

 ©| *L. G. Bachinska, O. V. Bachinska 2019*

функціонального використання території [4, с. 120]». Він вважав спрощенством сприйняття міської території як статичної та інертної просторової оболонки процесів життєдіяльності і сформулював власну теорію містобудівної системи, що складається з структуроутворюючої частини (каркасу) як концентрату основних процесів життєдіяльності населення з високою інтенсивністю просторового засвоєння та інертного основного субстрату (міської тканини) [4, с. 116-117]. Каркас, на його думку, є «двигуном» «міської машини», який визначає «комунікативну міцність» міста, або, інакше, «якість міського способу життя». В подальшому низка фахівців розбирала певні аспекти формування комунікацій. Голубєв Г.Е. вивчав принципи формування підземного простору, в якому важливу роль відіграють функціональні зв'язки [8]. Буравченко С.Г. звернув увагу на швидкість руху людини-пішохода, в міському і автомобільному транспорті, котра впливає на величину простору сприйняття оточення [5]. Сомов Г.Ю. досліджував в архітектурній композиції міського простру два аспекти інформації - семантичний як пластичне вираження багатообразного змісту і синтаксичний, що віддзеркалює взаємозв'язок різних композиційних елементів та умов сприйняття архітектурних об'єктів [6, с. 24]. Бєляєва Е.Д. висунула принцип кадрування довкілля людиною, що рухається міськими шляхами для оцінки нею естетичних якостей простору [7]. Єжов С.В. розглядає можливості використання комунікацій як інформаційних засобів у торговельних комплексах. Середюк І.І. вивчав процес та умови ознайомлення із особливостями архітектурного формотворення реципієнтом, враховуючи його рух [9]. Ряд науково-теоретичних праць є в одного з авторів статті - з ролі комунікацій в структурі архітектурного об'єкту, їхньої системності, їх типів, способів та умов використання на прикладах різних об'єктів – підземного простору, в археологічній зоні сучасного міста, у сучасному використанні меморіалів, у формуванні зон відпочинку на островах в центрі міста, утворення комунікацій для громадських функцій з підключенням додаткових функцій та об'єктів обслуговування, поєднання функціональних зв'язків, інформації та естетичності сприйняття оточення тощо [10-14.].

Метою наукових пошуків в цій праці стало з'ясування причин появи певної системи шляхів на території Києва з давніх часів до сьогодення, що обумовили утворення його планування за різними моделями. Використана методика: порівняльно-історичний аналіз організації комунікаційної системи в різні часи та виявлення історично-політичних причин, котрі обумовили її появу за певним типом.

Матеріали дослідження. У створенні системи комунікацій фігурують два головних напрямки, що залежать від суспільних потреб і стану його розвитку: це функціональні потреби зв'язків різних типів (з давніх часів це торговельні шляхи – зовнішні проз Київ, внутрішні як засіб реалізації продукції на ринку) та естетичні (задля репрезентативності міського простору за допомогою зовнішніх та внутрішніх шляхів, що з часом сприяє виникненню ансамблевості забудови). Перші почали формуватися ще на протодержавному рівні й інтенсивно розвивалися в подальшому під час зростання економічної і суспільно-політичної ролі міста як організаційного центру держави.

За свідченням російського історика-археолога Б. Рибакова Київ був заснований полянами у Y столітті [15], у 482 році вже існувало поселення на Замковій горі. У YIII столітті Київ був столицею Руської землі – міжплемінного об'єднання південно-східних слов'янських племен, а у IX – столицею держави Київська Русь. Первинне місто-фортеця, яке називалося Вишгородом (верхнім містом), виникло на високому пагорбі і відоме вже з X століття. Це місто князя Володимира, який охрестив Русь. Структуру міста частково можна прослідкувати по фундаментах забудови, які ще потребують археологічних розкопів. На мапі можна помітити поселення біля міста Володимира, на якому з часом був утворений Михайлівський монастир. Подолу як поселення ремісників поки немає, але вже збудована Іллінська церква, а неподалік капище Волоса. Місто на той час було зв'язано шляхами з іншими населеними пунктами - Вишгородом, Білгородкою та територією, де проживали печенеги (рис. 1, *а*). З кінця X-го до середини XIII століть вже було побудовано місто Ярослава, Михайлівський монастир та Поділ у вигляді поселення з невпорядкованою забудовою. Ярославове місто мало ромбоподібне планування з чотирма воротами, в центрі якого біля перехрестя головних вулиць розташований Софійський монастирський комплекс (рис. 1, *б*). Чітке планування із розміщенням вулиць за регулярною схемою і перехрестям є прототипом елліністично-візантійської схеми, яке свідчить про те, що схема розташування вулиць утворена не тільки для зручності функціональних зв'язків, але й для демонстрації порядку на території, для акцентуації поглядів мешканців і гостей на найкрасивішому центрі міста – Софійському соборі, який спершу був побудований у запозичених візантійських формах. Свідоме формування планування та композиції забудови вказує *на сформовану організацію суспільства, розвинений стан економічних відносин, високий рівень державності і культури.* На рис. 1, *в*, що відображає планування 1400-1600 років, приваблює система вулиць ремісників до річки на Подолі, що зв'язано з їхньою професійною діяльністю, та торговельних до Вишгороду, а також формування окремих поселень навколо Ярославова міста. Від Лядською брами показаний початок шляху до Печерської фортеці та зазначена Хрещата долина (місце сучасного центру столиці) як початок зв'язку із містом Васильковом. На рис. 1, *г* періоду 1700-1800 років вже є утворені на той час фортеці і відбулося розширення території історично сформованої частини міста і Подолу. Можна помітити також подальше зведення захисних стін Києва, що захищатимуть поселення Кисилівку, Кожум'яки та Кудрявець. Вздовж берега Дніпра утворений шлях до Печерська.

Тобто маємо розвиток Києва з Вишгорода – первинної фортеці, потім з верхньої та нижньої частин (Вишгороду та Подолу), в подальшому з двох центрів (міст Володимира-Ярослава з Подолом та Печерську). Завдяки будівництву вздовж Дніпра низки монастирів, що виконували роль фортець з охорони столиці, біля яких з часом утворювалися поселення, Київ доволі рано набув ще й лінійної схеми розвитку. На рис.

2 подане планування Києва та його околиць у XII столітті, на якому проглядається структура міста Ярослава, сформована головними вулицями у вигляді перехрестя, її зв'язок з позаміськими шляхами до монастирських комплексів та інших міст, а також розташування самого міста та монастирських комплексів вздовж головного торговельного шляху - ріки Дніпро [16]. Цей останній прийом будівництва монастирів створював важливі умови перцепції найкрасивіших об'єктів того часу з вражаючою за композицією забудовою Правого берега столиці вздовж Дніпра.

З настанням часів впливу Російської імперії на розвиток українських міст, територія Києва впорядковувалася, набувала суворого квартального планування у всіх районах, в тому числі і в історичному центрі (рис. 3), що було обумовлене ідеологічним впливом централізованої влади. Як показала історична практика, за умов поширення централізованої системи правління потреба у презентабельності міського простору значніше і обставляється композиційно сценарно; відбивається у великомасштабних симетричних архітектурно-просторових побудовах; має чітку ритмічну структуру з вираженою домінантою; являє собою частіше за все комплекс споруд-представників офіційної архітектури, що демонструє потреби держави. Характерна для централізації влади проста і чітка соціальна структура відбивається і в принципах чіткої і простої організації навколишнього середовища міста як концентрату культурної діяльності.

Розвиток міської території та зміна моделі його структури з плином часу стимулювалися тенденцією зросту кількості потрібних суспільству нових функцій побутово-виробничого характеру, їх ускладненням, інтеграцією у міський простір, що створило систему зонування території міста, а потім і регіонального планування, й навіть системи населених місць державного і міждержавного рівнів економічних зв'язків. Йдеться про перший тип комунікацій як функціонального зв'язку. Другий тип комунікацій – як візуально-інформаційний зв'язок, що надає можливість оцінювати середовище з естетичної точки зору, сформувався за доби утворення держави з вже вираженою економічною системою, в зв'язку із єдністю станів суспільно-економічного, політичного та культурного розвитку, характерного для всіх сфер людської діяльності на певному етапі. Культурна діяльність передбачає і напрямки організації простору перебування людини, в першу чергу міського, що концентрує різні сфери культурної діяльності, в тому числі й архітектурно-містобудівну.

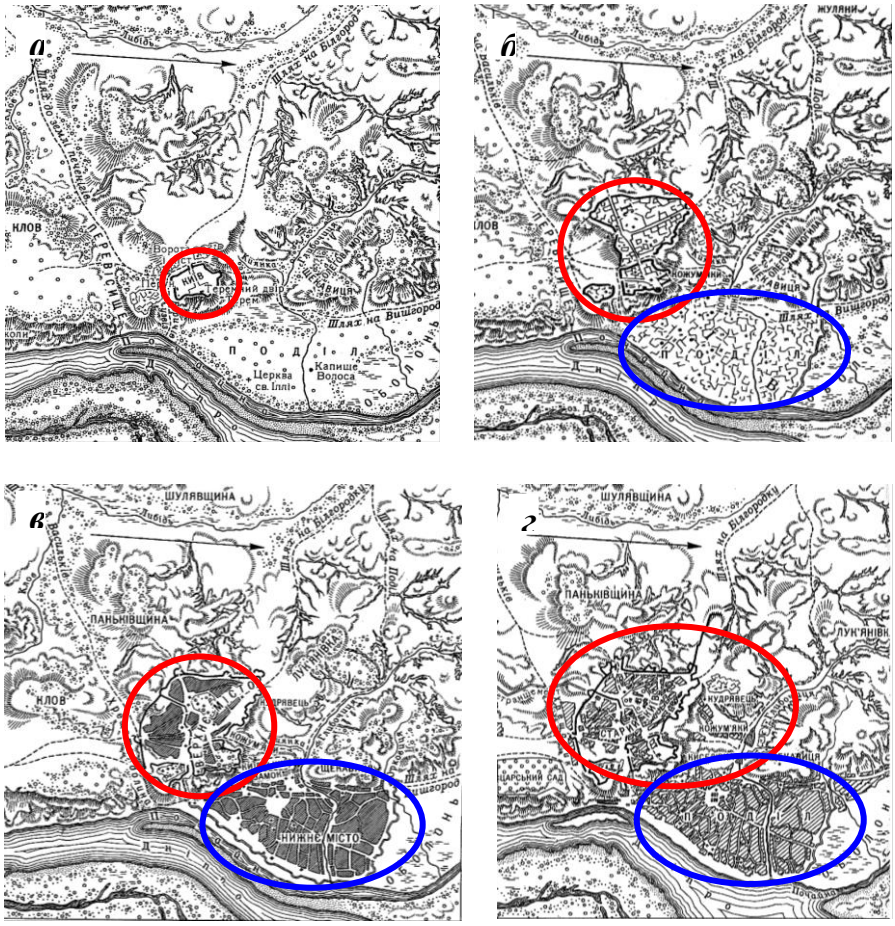


Рис. 2. Планування історичного центру Києва з X до початку XIX століть на основі первинного Вишгорода (фрагменти мап за М.В.Закревським [17]): *а* – місто Володимира, X століття; *б* – поява міста Ярослава та території Михайлівського монастирю, а також Подолу як поселення з невпорядкованою забудовою, 988-1240 роки; *в* – формування поселень навколо міста Ярослава, на Подолі утворилася система ремісничих та торговельних вулиць, 1400-1600 роки; *г* – подальше розширення київської території, 1700-1800 роки (червоним кольором позначений Вишгород, синім – Поділ)

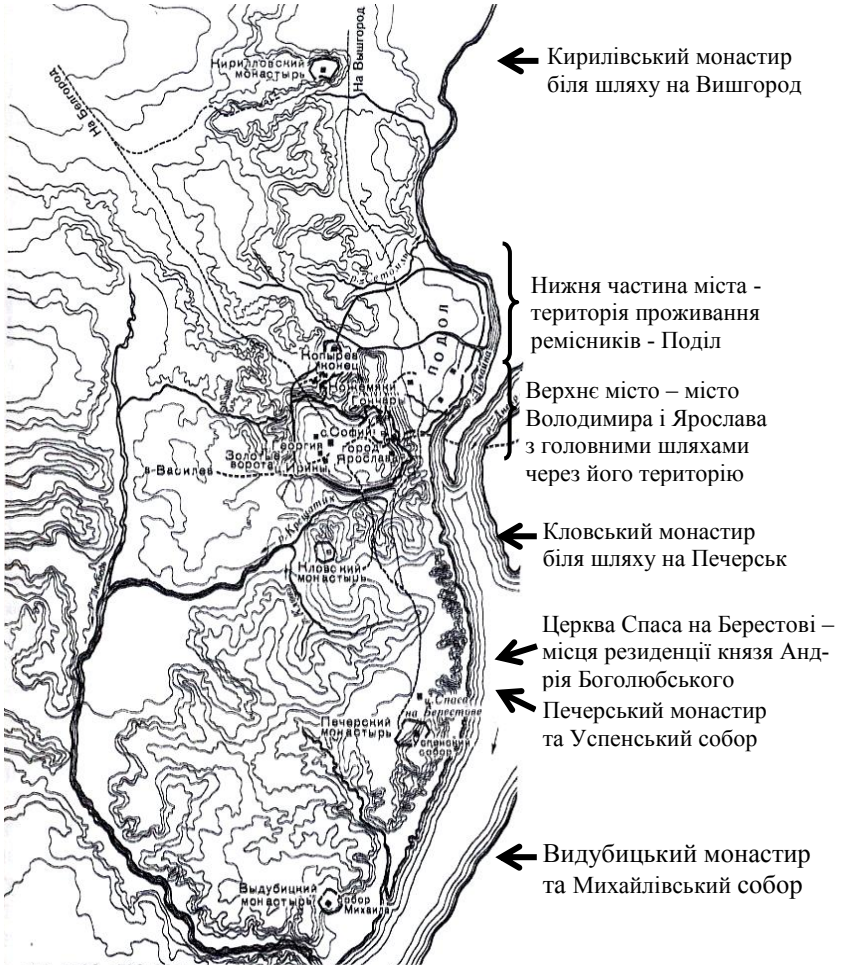


Рис. 2. Планування Києва та його околиць у XII столітті (планування на мапі з книги Т.Ф.Саваренської [16])

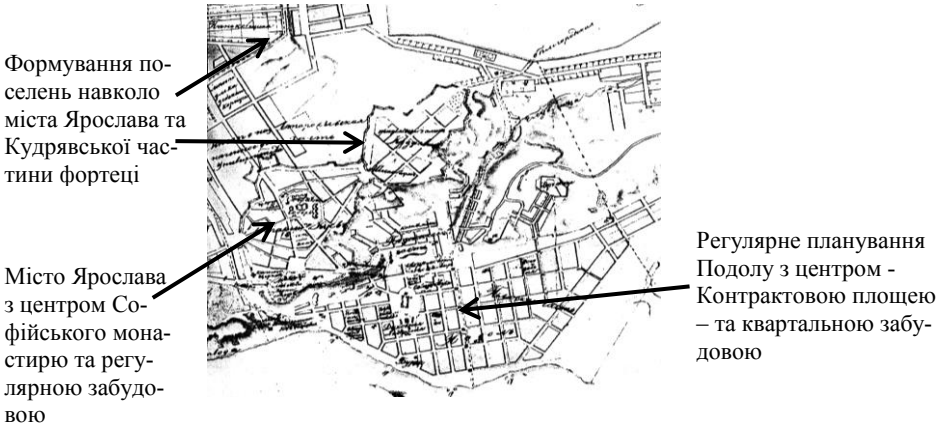


Рис. 3. Розростання території Києва навколо колишнього Вишгорода, утворення головного і місцевих центрів та набуття регулярного планування з квартальною забудовою, 1849 рік (фрагмент мапи Європейської Росії 1849 року)

Висновки. 1. Київська історична практика формувалася впродовж тривалого часу понад півтори тисячі років і тому є хорошим прикладом для вивчення особливостей структуроутворення на різних етапах історичного розвитку.

2. Київська історія, багата на історично-політичні події, продемонструвала різні періоди існування держави, що вплинули на містобудівну спадщину – періоди існування Київської Русі з певними рисами демократичності державотворення, впливу Російської імперії на периферійній території держави, болісного процесу становлення і вдосконалення радянської влади з явними ознаками централізації у системі правління та стихійного переходу до важкого шляху демократизації суспільного мислення (підсумки по останньому етапу у статті не наведені).

3. Процес історичної зміни структури столиці завжди фіксувався плануванням системи шляхів як головною складовою структури за типом, конфігурацією, функцією та іншими ознаками, яка є системою основних артерій життєдіяльності мешканців міста і віддзеркалює потреби людини певного часу.

4. Увага до структуроутворення Київської історичної спадщини на різних етапах допомагає з'ясувати вплив економічної системи, політичних режимів та суспільно-культурних процесів на формування комунікаційної системи міста та її відображення у його планувальній структурі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Bachinskaya Lyudmila. The development of the architectural object under the influence of social history / Underwater tecnology. Industrial and civil engineering. Vol. 6, 2017, 89-99 p. ISSN 2415-8550.
2. Араухо Игнасио. Архитектурная композиция. Пер.с исп. - Москва: Высшая школа, 1982.
3. Філософський словник. - К .: УРЕ, 1986.
4. Гутнов А.Э. Эволюция градостроительства. - Москва: Стройиздат, 1984.
5. Буравченко С.Г. Формирование архитектуры жилых зданий с учетом их размещения в застройке. Диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры по специальности 18.00.02. - Архитектура зданий и сооружений. - Ленинград, ЛИСИ, 1989.
6. Сомов Г.Ю. Пластика архитектурной формы в массовом строительстве. - М.: Стройиздат, 1986.
7. Беляева Е.Д. Архитектурно-пространственная среда города как объект визуального восприятия. - М.: Стройиздат, 1977.
8. Голубев Г.Е. Подземная урбанистика. - М.: Стройиздат, 1979.
9. Середюк И.И. Восприятие архитектурной среды. - М .: Стройиздат, 1979.
10. Бачинська Л.Г. Архітектура житла (проблеми теорії та практики структуроутворення) - К.: Грамота, 2004. - 402 с.
11. Бачинська Л., Бачинська О. Про можливості об'єднання сакральних і меморіальних функцій в єдиному комплексі. / Вісник Львівського державного аграрного університету. Архітектура та сільськогосподарське будівництво. - №6. - Львів, 2005.- С. 139-147.
12. Бачинська Л.Г. Громадське обслуговування при комунікаційному каркасі «метро». / Збірник наукових праць «Містобудування та територіальне планування». - Вип. 36, Київ: КНУБА, 2010. – С.35-42.
13. Бачинська Л.Г. Зелений центр Києва: можливості його використання. / Збірник наукових праць «Регіональні проблеми архітектури та містобудування». - Випуск 9-10. «Теорія та практика». - Одеса: Астропрінт, 2007. - С. 44-48. ISBN 978-966-318-187-7.
14. Бачинська Л.Г. Руїни історичних пам'яток у просторі сучасного міста: функціональний та візуально-інформаційний аспект. / Збірник наукових праць «Сучасні проблеми архітектури та містобудування». – Вип. 15. - Київ: КНУБА, 2006. - С. 18-24.
15. Рыбаков Б. Древняя Русь. Город, замок, село. Из серии «Археология СССР». - М.: Наука, 1985. - 441 с.
16. Саваренская Т.Ф. История градостроительства. Рабовладельческий и феодальный периоды: Учебник для вузов. - М., 1984.
17. Закревський Н.В. Описание города Киева. Т.1-2. – Москва, 1868.

REFERENCES

2. Araujo Ignacio. Architectural composition. Trans. - Moscow: Higher School, 1982.
3. Philosophical Dictionary. - K .: URE, 1986.
4. Gutnov A.E. The evolution of urban planning. - Moscow: stroiizdat, 1984.
5. Buravchenko S.G. Formation of the architecture of residential buildings, taking into account their placement in the building environment. - Thesis for the degree of Candidate of Architecture in the specialty 18.00.02. - Architecture of buildings and structures. - Leningrad, LICI, 1989.
6. Somov G.Yu. Plastics of architectural forms in mass construction. - Moscow: stroiizdat, 1986
7. Belyaeva E.D. Architectural and spatial environment of the city as an object of visual perception. - Moscow: stroiizdat, 1977
8. Golubev G.E. Underground urbanism. - Moscow: stroiizdat, 1979.
9. Seredyuk I.I. Perception of architectural environment. - Moscow: stroiizdat, 1979.
10. Bachinska L.G. Architecture of housing (problems of theory and practice of structuring) - K .: Gramota, 2004. - 402 p.
11. Bachinska L., Bachinska O. About possibilities of combining sacred and memorial functions in a single complex. / Visnyk of Lviv State Agrarian University. Architecture and agricultural construction. - №6. - Lviv, 2005.- P. 139-147.
12. Bachinska L.G. Public service in the metro communications system. / Collection of scientific works «Urban Development and Territorial Planning». - №36. - Kyiv: KNUBA, 2010. - P. 35-42. ISSN 2076-815X
13. Bachinska L.G. Green centre of Kiev: the possibilities of its use. / Collection of scientific works «Regional problems of architecture and urban development». - № 9-10. – «Theory and practice». - Odessa: Astroprint, 2007. - P. 44-48. ISBN 978-966-318-187-7.
14. Bachinska L.G. The ruins of historical monuments in the space of a modern city: a functional and visual-informational aspect. / Collection of scientific works «Modern problems of architecture and urban planning». - №.15. - Kyiv: KNUBA, 2006. - P. 18-24.
15. Rybakov B. Ancient Russia. City, castle, village. From the series «Archaeology of the USSR». - Moscow: Science, 1985. - 441 p.
16. Savarenskaya T.F. The history of urban planning. Slave and feudal periods: Textbook for universities. - M., 1984.
17. Zakrevsky N.V. Description of the city of Kiev. T.1-2. - Moscow, 1868.

Communication system as a model of city structure formation (on the example of historical practice of Kiev of the X-XIX centuries)

L. G. Bachinska, O. V. Bachinska

Abstract. The article considers the role of the system of pedestrian and transport communications of the city as the basis of its structure formation. As an example for the study and formulation of the conclusions, the historical planning of Kyiv from X to XIX century has been selected. The analysis of the historical development of Kyiv planning proved that communication is the main component of the structure that determines the model of its further growth, and reflects the influence of political, economic and cultural conditions on city planning.

Keywords: *city planning structure, communications, Kyiv historical plans, functional connections, information and visual communications.*

BIOLOGY

Growth and morphogenetic reactions in near-isogenic lines of PPD genes of winter wheat *Triticum aestivum* L. under *in vivo* and *in vitro* conditions

O. O. Avksentieva, O. I. Zubrych

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine
Corresponding author. E-mail: avksentyeva@karazin.ua

Paper received 03.02.19; Accepted for publication 08.02.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-03

Abstract. The paper presents the results of the study of the effects of PPD genes that determine the photoperiodic sensitivity of soft wheat, on the growth response and morphogenetic processes in near-isogenic lines (NILs) of winter wheat cultivar Mironivska 808 (M-808) under *in vivo* and *in vitro* conditions. Our results show that the genotype of NILs determines the heading date, the dynamics of the biomass accumulation and the formation of shoots *in vivo*. The effects of PPD genes on the induction of callus genesis, the growth rate of the calli and the efficiency of the direct and indirect pathways of morphogenesis in culture *in vitro* are revealed. It is shown that the effects of the genes on the growth response manifest in the same way in *in vivo* and *in vitro* conditions.

Keywords: *Triticum aestivum L., PPD genes, NILs, development rate, shoots, callus genesis, morphogenesis in vitro.*

Introduction. Winter wheat is one of the most important food crops in the world, which is grown in different ecological and geographical zones under various temperature and photoperiodic conditions. These factors largely determine adaptability, resistance to abiotic and biotic stressors, and the productivity and quality of wheat crop [4]. In the soft wheat (*Triticum aestivum* L.) photoperiodic reaction is controlled by the system of genes PPD (photoperiod) located in the second homoeologous group of chromosomes: in chromosome 2D - Ppd-D1a, Ppd-B1a and Ppd-A1a [10]. The reduced sensitivity to the photoperiod is controlled by the dominant alleles of PPD genes, and the strong reaction to the photoperiod is manifested in genotypes with the presence of only recessive alleles ppd of all three genes [13]. Ppd genes, in addition to photoperiodic sensitivity, determine a number of agronomic features of winter soft wheat - development rate, heading date, individual productivity, frost resistance [5-7,12,13]. Nowadays molecular characteristics of the PPD gene system, the promoter sequences, protein products, genetic nets, the link with the VRN gene system and the genes of the floral morphogenesis, etc. are actively studied [9,11,13].

The use of *in vitro* culture methods becomes one of the most widely used research tools in plant physiology. The basis of the culture methods of isolated cells, tissues and organs of plants is the unique property of plant cells - totipotency [1]. *In vitro* culture methods are widely used in the study of the main agricultural crop - soft wheat *Triticum aestivum* L. Currently, these studies are aimed at improving wheat to increase yields and minimize its losses due to adverse environmental conditions [2]. However, today the studies of the influence of individual genes or the system of genes on the manifestation of the totipotency of cells in vitro in objects with severe regeneration, which includes soft wheat, are not numerous [14]. Since the PPD gene system determines the development rate of soft wheat plants *in vivo*, we hypothesized that these genes may have effects on morphogenetic processes, also *in vitro* culture conditions.

Study objectives. Proceeding from the above, the aim of the study was to investigate the effect of the state (dominant / recessive) of the PPD genes that determines the photoperiodic reaction of soft wheat on growth and the morphogenetic processes in these wheat genotypes (NILs) of winter wheat Myronivska 808 under *in vivo* and *in vitro* conditions.

Materials and methods. In the work as a plant material, monogenic dominant near-isogenic lines (NILs) were used. These lines were monogenic dominant of the genes controlling photoperiodic sensitivity of soft wheat - the PPD gene, and were created in the Myronivska 808 cultivar genetic background. Their genotypes were PPD-D1aB1bA1b (Ppd 11), PPD-D1bB1aA1b, (Ppd 22) PPD-D1bB1bA1a and (Ppd 33) PPD-D1bB1bA1b (cultivar). Under conditions of *in vivo* experiments plants were grown in field conditions on the experimental plot of the Department of physiology and biochemistry of plants and microorganisms of V.N. Karazin Kharkiv National University, also the plants were grown in vegetative chamber. During the experiments, the development rate of NILs was determined - the terms of transition to the generative phase of development (the length of the period from germination to heading), the dynamics of the formation of shoots and the accumulation of biomass of the aboveground part of plants during the vegetative phase of development of soft wheat plants. The experiments on *in vitro* cultures were conducted on the basis of the biotechnological laboratory of the Department "Morphogenesis of higher plants in vitro", using commonly accepted biotechnological methods [1]. The introduction of the NILs into the culture was carried out according to the developed protocol [8], using both mature embryos and aseptic sprouts as an explant. The callus cultures were grown on a Murashige-Skoog (MS) medium + 2 mg/L of 2,4-D, in a thermostat at +26 °C for 4-6 weeks. The frequency of callusogenesis and growth response were determined by measuring changes in the area, that was calculated using the Photo M 5.1 program. Then, the callus cultures of NILs were passaged to the regenerative medium MS + 0.5 mg/l of IAA +0.5 mg/l kinetin and MS + 0.5 IAA mg/l + 0.5 mg/l 2,4-D to stimulate morphogenetic reactions by indirect morphogenesis. Also, direct morphogenesis was investigated - isolated sterile mature embryos and apices of NILs seedlings were passaged to the non-hormonal MS me-

 ©| *O. O. Avksentieva, O. I. Zubrych 2019*

dium. The results obtained are statistically processed, the tables show the average values and their standard deviations.

Results and discussion. *Growth and morphogenetic reactions in vivo.* One of the integral indicators that reflects the development rate of wheat, is the length of the **p**eriod from **g**ermination to **h**eading (PGH) [5]. According to the results of our experiments (Table 1), the NILs and the cultivar differed in their rate of development - the duration of PGH both in the conditions of field and vegetativ In the order of increasing the duration of PGH lines should be ranked as follows: the cultivar> PPD B1a> PPD D1a> PPD A1a. The line with recessive alleles in all the loci, the winter wheat cultivar, was characterized by the maximum duration of the PGH.

Table 1. The duration of the **p**eriod from **g**ermination to **h**eading (PGH) in near-isogenic lines (NILs) of PPD genes of wheat, days

NILs genotype	PGH, days (field)	PGH, days (vegetative)
PPD-D1aB1bA1b (*Ppd 11)*	235 ± 3	130 ± 3
PPD-D1bB1aA1b (*Ppd 22)*	238 ± 2	134 ± 2
PPD-D1bB1bA1a (*Ppd 33)*	236 ± 2	125 ± 1
PPD-D1bB1bA1b (cultivar)	247 ± 3	137 ± 4

Thus, according to our experiments, the differences between the NILs in the rate of development are determined by the PPD genes. Similar pleiotropic effects of PPD genes have been described in literature [6,12].

The integral indicator of the intensity of biosynthetic and growth processes in plants is the dynamics of the biomass accumulation. The results of determining the mass of the dry matter of the aboveground part of the plants showed that it grew in all NILs during the experiment, regardless of the allelic state of the PPD genes (Table 2). Analysis of the results shows that the growth of biomass of the above-ground part of the plants is associated with the genotype of the lines. The largest increase in the mass of plants was in PPD-B1a NIL, smaller in the PPD-D1a NIL, and the smallest in the PPD-A1a NIL and plants of cultivar bearing only recessive ppd alleles. The lowest weight of dry matter and the rate of its accumulation distinguished NIL of PPD-A1a, that perhaps can be regarded as evidence of the impact of gene PPD-A1a on intensity of accumulation of assimilates in the leaves and their outflow to the meristems.

An important feature of the growth and development of cereal crops, including wheat, is the process of tillering, which is the development of lateral sprouts from the buds, located in the tillering nodes. Tillering is one of the most important processes that provides wheat resistance in ontogenesis to adverse environmental conditions, as well as an increase in leaves and roots [7]. The dynamics of shoots formation during tillering in cereals is an important indicator of growth processes, since it reflects the activity of tillering node, in which morphogenetic processes occur that provide the formation of new vegetative organs.

Table 2. Accumulation of plant biomass of near-isogenic lines (NILs) of PPD genes of wheat, during the vegetative phase of development

NILs genotype	Mass of the dry matter of the aboveground part of the plants, g			Growth, %
	27.11.17	5.12.17	19.12.17	
PPD-D1aB1bA1b	0,40 ± 0,01	0,66 ± 0,02	0,98 ± 0,02	145
PPD-D1bB1aA1b	0,35 ± 0,02	0,78 ± 0,02	0,92 ± 0,02	163
PPD-D1bB1bA1a	0,36 ± 0,02	0,55 ± 0,02	0,78 ± 0,02	117
PPD-D1bB1bA1b	0,42 ± 0,02	0,64 ± 0,02	0,86 ± 0,02	105

During the experiment, the number of tillers increased in all NILs, as indicated by the results of determining the dynamics of their formation (Table 3). Analysis of the data shows the dependence of the ability to form tillers from the genotype of the NILs on the PPD genes. Thus, in the fastest growing PPD-A1a NIL, the number of shoots was 1.5-2 times less than in other NILs and cultivar M-808 (Table 3), and the increase in the number of tillers during the experiment was minimal - 18%. In the cultivar M-808 (only recessive alleles of ppd genes), which shows the slowest development, the number of tillers was much smaller than in other NILs. The maximum number of tillers and their maximum growth was determined in PPD-B1a and PPD-D1a NILs, which were also characterized by maximum biomass accumulation rates.

Table 3. The dynamics of tillers formation of near-isogenic lines (NILs) of PPD genes of wheat, during the vegetative phase of development

NILs genotype	Tillers, pcs/plant			Increase, %
	27.11.17	5.12.17	19.12.17	
PPD-D1aB1bA1b	4,6 ± 0,2	8,4 ± 0,2	8,2 ± 0,2	78
PPD-D1bB1aA1b	4,0 ± 0,1	8,0 ± 0,2	8,1 ± 0,2	103
PPD-D1bB1bA1a	3,4 ± 0,1	4,2 ± 0,1	4,0 ± 0,1	18
PPD-D1bB1bA1b	3,8 ± 0,2	6,3 ± 0,3	6,3 ± 0,3	66

It is known that growth and development are coordinated in time and space [3]. This suggests that the PPD genes in the dominant or recessive state are involved in this coordination. Thus, in the fastest growing PPD-A1a, the formation of tillers and growth of biomass is the least intensive. At the same time, these processes in the cultivar M-808 (only recessive alleles of ppd genes) and the PPD-B1a NIL are most intensive coupled with retarded development rate.

It is possible that the dominant state of PPD-A1a and PPD-D1a genes leads to accelerated development indirectly, through inhibition of growth processes. At the same time, the dominant state of the PPD-B1a gene and the recessive of all these genes (in cultivar M-808) may inhibit the transition to a generative state by enhancing growth processes. The physiological mechanism of this may consist in the participation of PPD genes in the regulation of the attraction of assimilates (mainly sugars) to the apical cone of the leading shoot,

which may contribute to the accelerated transition from the vegetative to the generative stage of organogenesis coupled with the restriction of vegetative growth. According to modern concepts, sugars are involved in the expression of a number of genes, in particular, the ones of floral morphogenesis [3].

Growth and morphogenetic reactions in vitro. The influence of the genotype of the NILs on the frequency of callus genesis was investigated. The results of experiments (Table 4) showed that all genotypes formed callus, but with different frequency (62.9% - 96.1%). The maximum frequency of callus genesis was detected in NIL with the dominant PPD-B1a gene (Table 4). In experiments, different types of explants were used to obtain primary somatic callus: mature embryos, apical parts of aseptic roots and leaf explants.

Table 4. Frequency of the formation of primary callus from different types of explants from wheat NILs of PPD genes, %

NILs genotype	Frequency of callus formation, %		
	Mature embryos	Apical parts of roots	Leaf explants
PPD-D1aB1bA1b	74,0 ± 4,2	84,4 ± 2,0	13,0 ± 0,5
PPD-D1bB1aA1b	98,5 ± 1,2	86,4 ± 1,1	17,8 ± 1,1
PPD-D1bB1bA1a	62,9 ± 2,1	75,0 ± 1,5	10,7 ± 0,8
PPD-D1bB1bA1b	90,3 ± 1,1	85,6 ± 2,2	14,7 ± 0,9

It is shown that the type of selected explant influences the efficiency of formation of primary callus (Table 4). Mature embryos and apical parts of the aseptic roots were more effective explants for obtaining the primary callus, compared to leaf explants. The induction of callus formation with the use of leaf explants was minimal and ranged from 10.7 to 17.8%. When using apices of the roots it reached 75.0 - 86.4% and the maximum induction of callus formation was obtained using explants of mature embryos - 62.9 - 98.5%. Regardless of the type of explant, the callus formation rate was highest in the PPD-B1a NIL.

The rate of growth of the callus tissues was determined by the increase in the area of the primary calluses during four weeks (mm^2/day). Maximal growth rates of calli were observed in the PPD-B1a NIL(Table 5), which also had the highest rates of callus genesis for all types of explants. Minimum values of these parameters were observed in PPD-D1a NIL. All investigated NILs had the maximal growth of the callus tissue in the first week of cultivation, which corresponds to the logarithmic phase of the "growth curve" of the callus tissues, the second week of cultivation showed a significant inhibition of the growth of the calli, i.e., the transition to the stationary phase of the "growth curve" was determined, although during the third week of growth again somewhat increased in the primary calli of all NILs.

Table 5. The rate of growth response of the primary callus of near-isogenic lines (NILs) of PPD genes of wheat, mm^2/day

NILs genotype	Growth response of the primary callus, mm^2			Increase, mm^2/day
	7-14 days	14-21 days	21-28 days	
PPD-D1aB1bA1b	2,69 ± 0,11	0,21 ± 0,10	1,48 ± 0,12	0,35 ± 0,11
PPD-D1bB1aA1b	3,50 ± 0,12	0,86 ± 0,14	2,65 ± 0,15	0,48 ± 0,13
PPD-D1bB1bA1a	3,95 ± 0,18	0,47 ± 0,12	1,81 ± 0,11	0,44 ± 0,12
PPD-D1bB1bA1b	1,48 ± 0,17	0,86 ± 0,18	2,64 ± 0,13	0,38 ± 0,10

The NILs differed in rate of growth during the studied period. In the first week of observation, PPD-A1a NIL grew with maximal rates, then its growth was slowed down; the primary callus of the cultivar M-808 in the first week had the minimum growth rates and the maximum in the second and third weeks; NIL PPD-B1a had the most stable growth rates throughout the period of observations.

Morphogenesis is the process of initiation and differentiation of tissues and organs in multicellular organisms [1]. There are direct and indirect pathways of morphogenesis *in vitro*. Direct somatic morphogenesis is the process of forming a bipolar structure with an axis "root/stem" with a closed independent vascular system from the cells of the explant without prior dedifferentiation and stage of callus formation. Indirect morphogenesis necessarily involves the stage of formation of not differentiated callus tissue with the subsequent induction of initiation of somatic embryos (proembryos) and their development in bipolar structures with "root / stem" axis [1,2].

In further studies, we investigated the effectiveness of various pathways of morphogenesis *in vitro*, depending on the genotype of NILs and the type of selected explant. In the case of use as an explants of mature germs, the rates of morphogenesis are 3-5 times higher than in case when we use apical cones. However, the effect of the genotype, regardless of absolute indicators, manifested the same type and with the use of apices and mature embryos. The process in PPD-D1a and PPD-A1a NILs, as well as PPD-B1a NIL and cultivar M808, was the less effective.

Table 6. Frequency of morphogenesis in near-isogenic lines (NILs) of PPD genes of wheat 808, %

NILs genotype	Indirect morphogenesis, %		Direct morphogenesis,%	
	MS+0,5 IAA+0,5кin	MS+2,4 D+0,5кin	Mature embryos	Apices
PPD-D1aB1bA1b	48,5 ± 0,9	30,0 ± 0,7	75,0 ± 3,7	25,6 ± 0,8
PPD-D1bB1aA1b	26,2 ± 0,4	18,3 ± 0,5	70,8 ± 3,2	12,5 ± 0,5
PPD-D1bB1bA1a	35,9 ± 0,7	22,0 ± 0,9	77,8 ± 4,1	32,5 ± 1,3
PPD-D1bB1bA1b	33,1 ± 1,1	21,6 ± 0,8	72,2 ± 2,9	18,8 ± 0,6

In subsequent studies of the indirect pathway of morphogenesis *in vitro* after the formation of the callus tissues from various explants and their transfer to the medium for induction of morphogenesis, differences in the manifestation of the morphogenetic potential are shown, depending on the types of callus and genotype of the source NIL. Dense, yel-

lowish, morphogenic callus, formed from mature embryos, showed regenerative capacity. During 10-15 days of cultivation in the regenerative environment, processes of gemogenesis - formation of coleoptiles and rhizogenesis - formation of roots were recorded. The morphogenesis of a transparent, homogeneous, brittle callus, formed from aseptic roots occurs only through rhizogenesis. Many authors have shown that this type of morphogenesis is not regenerative, that is, in subsequent cultivation it is impossible to form complete fertile regenerated plants [1,2]. The study of morphogenetic potential was carried out using two modifications of the composition of the regenerative medium (Table 6). The most optimal was the medium of the following composition: MS + 0,5 mg/l IAA + 0,5 mg/l kinetin - the regeneration s frequency were on average 1,5 times higher than in the regeneration medium MS + 0,5 mg/l 2,4-D + 0.5 mg/l kinetin. The effect of the genotype of investigated NILs on the indirect route of morphogenesis was manifested uniformly, as well as in the case of direct morphogenesis. The most effective morphogenesis is shown for PPD-D1a NIL, the least effective - in PPD-B1a NIL. Thus, regardless of the pathway of morphogenesis (direct or indirect), regardless of the type of selected explant, the composition of the regenerative medium, the influence of the genotype of the investigated NILs manifested itself in a similar manner.

Conclusions. In our research, it has been shown that the dominant allele of the PPD-A1a and PPD-D1a genes leads to accelerated development indirectly, through inhibition of growth processes, and the dominant allele of the PPD-B1a gene may inhibit the transition to generative development by enhancing growth processes. Investigation of the processes of callus genesis of PPD NILs showed that the genotype and type of explants of the original line influence the frequency of callus formation, the maximum indices of callus genesis are found in PPD-B1a NIL, which *in vivo* develops the slowest among the investigated lines.

Thus, it has been established that the genetic system controlling development rate of wheat and its photoperiodic sensitivity - PPD genes, which determines the rate of growth and development of wheat plants *in vivo* conditions, also affects the processes of callus genesis and morphogenesis *in vitro*.

The work was carried out within the framework of the research theme "Investigation of molecular genetic and physiological and biochemical mechanisms of vernalization and photoperiodic control of ontogenesis of plants in vivo and in vitro" No. of the State Register 0118U 002104.

ЛІТЕРАТУРА

1. Авксентьєва О.О., Шулік В.В. Біотехнологія вищих рослин: культура in vitro. Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2017. 97 с.
2. Дубровна О.В., Моргун Б.В., Бавол А.В. Біотехнології пшениці: клітинна селекція та генетична інженерія. К. : Логос, 2014. 375 с.
3. Киризий Д.. А. Фотосинтез и рост растений в аспекте донорно-акцепторных отношений. К.: Логос, 2004. 192 с.
4. Моргун В.В., Киризий Д.А.. Шадчина Т.К. Экофизиологические и генетические аспекты адаптации культурных растений к глобальным изменениям климата // Физиология и биохимия культ. растений, 2010. Т.42, №1. С.3-23.
5. Потокина Е. К., В.А. Кошкин, Е.А. Алексеева, Матвиенко И.И., Филобок В.А., Беспалова Л.А. Комбинация аллелей генов ppd и vrn определяет сроки колошения у сортов мягкой пшеницы // Вавиловский журнал генетики и селекции, 2012. Т. 16, № 1, С.77-86.
6. Файт В.И., Федорова В.Р. Влияние различий генов *Ppd* на агрономические признаки озимой мягкой пшеницы // Цитология и генетика, 2007. 41, №6, С. 26-33.
7. Стельмах А.Ф., Файт В.И. Возможность улучшения адаптивности озимой пшеницы путем усиления фотопериодизма и потребности в яровизации // Збірник наукових праць СГІ-НЦНС, 2016. Вип. 27 (67), С. 103-108.
8. Avksentyeva O.A. and Petrenko V.A. The characteristic of primary callus NILs for *PPD* genes of winter wheat, *Triticum aestivum* L.// Annual Wheat Newsletter, 2012. Vol. 58, P. 215-217.
9. Bentley A., Turner N. Gosman et. al. Frequency of photoperiod-insensitive Ppd- A1a alleles in tetraploid, hexaploid and synthetic hexaploid wheat gerplasm // Plant Breeding, 2010. Vol. 130, Is.1, P.43-46.
10. Cockram J., Jones H., Leigh F. et. Al. Control of flowering time in temperate cereals: genes, domestication and sustainable productivity // J. Exp. Botany, 2007. 58 № 6, P. 1231–1244.
11. Kiseleva A.A., Potokina E.K., Salina E.A. Features of Ppd-B1 expression regulation and their impact on the flowering time of wheat near-isogenic lines // BMC Plant Biol., 2017. Vol.14;17(Suppl 1):172.
12. Kitagawa S., Shimada S. and Murai K. Effect of Ppd-1 on the expression of flowering-time genes in vegetative and reproductive growth stages of wheat // Genes Genet. Syst. , 2012. Vol. 87. P. 161–168.
13. Pérez-Gianmarco T.I., Slafer G.A., González F.G. Photoperiod-sensitivity genes (Ppd-1) shape floret development in wheat// J Exp Bot., 2018 Dec 21. [Epub ahead of print]
14. Tyankova N.D., Zagorska N.A. Genetic control *in vitro* response in wheat (*Triticum aestivum L.*) // In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant, 2001. 37, № 5. P.524-530.

REFERENCES

1. Avksentieva O.O., Shulik V.V. Biotekhnolohiia vyshchykh roslyn: kultura in vitro. Kh.: KhNU ymeny V.N. Karazyna, 2017. 97 s.
2. Dubrovna O.V., Morhun B.V., Bavol A.V. Biotekhnolohii pshenytsi: klitynna selektsiia ta henetychna inzheneriia. K. : Lohos, 2014. 375 s.
3. Kyryzyi D.. A. Fotosyntez y rost rastenyi v aspekte donorno-aktseptornыkh otnoshenyi. K.: Lohos, 2004. 192 s.
4. Morgun. V.V, Kiriziy D.A., Shadchina T.M. Ecophysiological and genetical aspects of crops adaptation to global climate changes // Plant Physiology and Genetics , 2010. Vol.42, №1. P.3-23.
5. Potokina E.K., Koshkin V.A., Alekseeva E.A. Combinations of alleles of the Ppd and Vrn genes determine the heading time in common wheat varieties // Vavilov Journal of Genetics and Breeding , 2012. Vol. 16. № 1, P.77-86.
6. Fayt V.I., Fedorova V.R. The influence of *Ppd* gene differences on agronomical traits of winter bread wheat, Tsitol Genet., 2007, Vol. 41, № 6, P. 26-33.
7. Stelmakh A. F., Fayt V. I. Winter bread wheat adaptivity may be improved by increasing photosensitivity and vernalization requirement // Zbirnyk naukovykh prats PBGI, 2016. Vol. 27 (67), P. 103-108.

Стратегії формування пристосувальних реакцій в організмі студентів із різним характером навчального навантаження

О. В. Гулька

Тернопільський національний педагогічний університет ім. В.Гнатюка, Тернопіль, Україна
Corresponding author. E-mail: olhaulka@ukr.net

Paper received 08.02.19; Accepted for publication 13.02.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-04

Анотація. У статті представлені узагальнені результати дослідження психофізіологічних функцій (уваги, пам'яті, мислення), центральної гемодинаміки та варіабельності серцевого ритму студентів різних спеціальностей. Встановлено, що відмінні за змістом та обсягом навчальні завантаження зумовлюють розвиток адаптивних змін в організмі, які базуються на таких закономірностях як: здатність, швидкість та гетерохроність формування пристосувальних реакцій. Запропоновано за оцінкою вихідного рівня та динамікою психофізіологічних та фізіологічних показників виділяти характер, тип та механізм формування пристосувальних реакцій.

Ключові слова: *закономірності, пристосувальні реакції, серцевий ритм, центральна гемодинаміка, психофізіологічні функції, студенти.*

Вступ. Як зазначають дослідники, психофізіологічні функції розвиваються поступово і досягають найвищого рівня у віці 18-25 років [1, 2]. У цей період не лише психічні функції знаходяться на піку розвитку, але й вегетативне забезпечення функціонування організму є оптимальним задля мобілізації нейрогуморальних механізмів розвитку адаптивних реакції до впливу середовища [3, 4]. Для молодих людей віком 18-25 років середовищем, яке активно впливає на рівень функціонування їх організму [5] та вироблення стратегій психофізіологічних реакцій, є вищий навчальний заклад. При загальних принципах організації навчання, специфічність умов учбової діяльності зумовлюється особливостями фаху, які лежать в основі відбору та навчального навантаження.

Короткий огляд публікацій за темою. Здатність реагувати на дію факторів середовища та адаптуватись до них завдячується формуванню стійкої системи, у якій парасимпатична ланка вегетативної нервової системи (ВНС) корелює із психофізіологічними процесами регуляції уваги й аферентної обробки інформації [6, 7]. Регуляторні механізми пристосувальних змін в організмі координуються інтероцептивною інформацією, яка через психоемоційне реагування призводить до посилення саморегуляції через висхідні та низхідні провідні шляхи [8]. Таким чином, навчальна діяльність, що супроводжується значним емоційним та психофізіологічним впливом на функціонування організму, буде зумовлювати формування пристосувальних реакцій, відмінних для різних навчальних навантажень різних рівнів та змісту.

Психофізіологічні можливості та здібності є внутрішніми факторами та підґрунтям для набуття фахових компетенцій і впливають на формування фізіологічних механізмів розвитку пристосувальних реакцій. Зовнішніми факторами виступають навчальне середовище та навчальне навантаження, що зумовлюють зрушення регулюючих впливів ВНС і центральної гемодинаміки, які є закономірними реакціями організму й лежать в основі вироблення стратегій пристосувальних реакцій [9, 10]. Тісний зв'язок між психічними та фізіологічними реакціями організму на дію стресора, яким виступають навчальне середовище та характер учбового навантаження, має довготривалу дію та свідчить про утворення стійкої системи міжфункціональних зв'язків [11]. Чим більше і сильніші утворені міжструктурні та функціональні звязки, тим про вищий рівень напруження системи можна говорити. Оскільки зміни функціонування однієї із ланок будуть зумовлювати функціональні та структурні перебудови іншої, що буде призводити до порушення функціонування усієї системи [12, 13]. Якщо утворені плеяди зв'язків психофізіологічних та вегетативних компонентів є жорсткими, то розвиток оптимальних пристосувальних реакцій неможливий. І навпаки, чим менше зв'язків, тим про вищу гнучкість системи можна говорити: організм створює функціональну систему, у яку залучаються лише необхідні на даний момент ресурси, без зайвого використання функціональних резервів [13, 14, С. 50-56].

Мета роботи – встановити відмінності формування пристосувальних реакцій в організмі студентів до навчального навантаження різного характеру.

Матеріали та методи. У лонгітюдіальному дослідженні взяли участь 125 студенток Тернопільського національного педагогічного університету спеціальностей: іноземна філологія (n=33), фізична культура (n=32), математика (n=30) та біологія (n=30). Обстеження проводили на І курсі навчання. Цих же студенток обстежували на IV курсі в умовах навчального процесу та в умовах педагогічної практики в школі.

Для оцінки психофізіологічні функції визначали: обсяг, продуктивність, стійкість уваги (таблиці Анфімова) переключення уваги (червоно-чорні таблиці Шульте), розподіл уваги; короткочасну зорову пам'ять на слова, склади, фігури та цифри [15]; види мислення (тест Вандерліка) [16]; самооцінку компетенцій (анкетування).

Розвиток пристосувальних реакцій оцінювали за показниками вегетативної регуляції серцевого ритму, отриманого за допомогою комп'ютерного діагностичного комплексу «Омега-М» (Санкт-Петербург, Росія). Нами аналізувались просторові, часові, спектральні показники, отримані при аналізі кардіоінтервалів, та показники, запропоновані Баєвським Р.М., як інтегральні показники серцевої діяльності [14, с. 67-127, 17]. Реєстрацію кардіоінтервалів здійснювали після 5-ти хвилинного відпочинку у горизонтальному положенні з 9.00 до 12.00 год. з дотриманням вимог, передбачених нормами та стандартами при оцінці варіабельності ритму серця [17, 18].

Регуляторні впливи центральної гемодинаміки оцінювали за показниками, які отримали за допомогою електронного тонометра діагностичного комплексу

 ©| *O. V. Hulka 2019*

«Омега-М», ЧСС, АТсист, АТдіаст та на їх основі розраховували: СОК (систолічний об'єм крові), ХОК (хвилинний об'єм крові), ПД (подвійний добуток, або індекс Робінсона) і АП (адаптаційний потенціал) [14, 19].

Статистичну обробку даних здіснювали за допомогою пакету програми Statistika 6.0. Результати описували медіаною та інтерквартильним розмахом (25-й і 75-й процентилі), оскільки більшість отриманих показників мали ненормальний розподіл [20]. Відмінності між групами вважались достовірними при $p \leq 0,05$ за критерієм Вілкоксона для зв'язаних вибірок та Манна-Уітні – незвязаних. Зв'язки між досліджуваними показниками оцінювали за критерієм рангової кореляції Спірмена [20].

Результати та їх обговорення. Проаналізувавши динаміку та зв'язки психофізіологічних функцій, вегетативних реакцій серцево-судинної системи та центральної гемодинаміки студентів різних спеціальностей у різні періоди фахової підготовки, ми отримали виявили відмінності розвитку та формування пристосувальних реакцій. Різні стратегії розвитку механізмів адаптивних змін є результатом відмінностей навчальних навантажень, в основі яких лежать специфічні для кожної спеціальності (навчальної діяльності) вимоги до психічних та фізіологічних функцій організму. Ці вимоги визначали наявний вихідний рівень функціональних можливостей і були покладені в основу такої закономірності як ***здатність до формування пристосувальних реакцій***. Для студентів-філологів важливим є володіння великим обсягом уваги, здатністю швидко переключатись з однієї мови на іншу, мати хорошу пам'ять на слова та склади, володіти словесно-логічним та вербальним мисленням. Математикам властива висока стійкість, продуктивність та розподіл уваги, хороша пам'ять на цифри, математичне та просторове мислення. Як філологам, так і математикам, характерне тривале статичне навантаження під час навчальної діяльності, що сприяє посиленню роботи гемодинамічного апарату й вегетативного забезпечення функціонування організму. Для студентів фізичної культури, властиві такі психофізіологічні особливості як: високі стійкість, переключення та розподіл уваги, пам'ять на фігури, формально-логічне та просторове мислення. Висока рухова активність зумовлює посилення роботи гемодинамічного апарату як механізму врегулювання нейрогуморальних та вегетативних зрушень. Студенти-біологи повинні володіти великим обсягом, стійкістю, розподілом уваги, словесно-логічним, математичним та просторовим мисленнями та мати хорошу пам'ять на цифри, фігури. Рухова активність біологів буде мати широкий діапазон: від тривалої статичної (під час роботи в лабораторії) до високої інтенсивності (під час польових практик), що відображатиметься у детермінованості процесів вегетативного забезпечення та лабільності роботи центральної гемодинаміки [21].

Динаміка психофізіологічних та фізіологічних функцій під впливом умов навчального середовища дає змогу оцінити ***закономірність швидкості розгортання пристосувальних реакцій***. Довготривала адаптація є результатом вироблення стійких реакцій на дію подразника, яким для студентів виступає навчальний процес. Проте педагогічна практика у школі виступає стресором сильнішої дії, тому за принципом домінанти зумовлює перебудову функціональних систем і, відповідно, формування нових стратегій пристосувальних реакцій. Чим швидше відбудуться перебудови функціональних систем, тим меншими будуть затрати функціональних резервів і вищими адаптивні реакції в нових умовах середовища[баев]. *Нерівномірність*, як властивість прояву швидкості розвитку психічних та фізіологічних функцій, має коливальний характер, що зумовлюється нелінійною багатоваріантною природою системи [13, 15]. Тому дана закономірність буде мати індивідуальний характер і проявлятись в межах певної групи.

Гетерохронність, яка полягає в асинхронності, розбіжності фаз розвитку пристосувальних реакцій, у внутрішній суперечливості між різними сторонами розвитку адаптації: фізичної, психічної та соціальної [2, 15] дозволяє описати характер, механізми та типи пристосувальних реакцій (рис 1.)

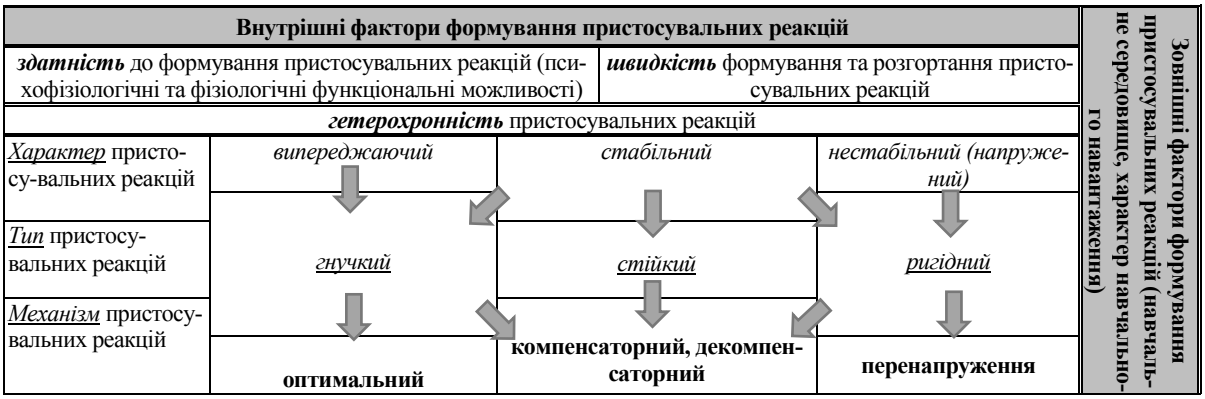


Рис. 1. Закономірності формування пристосувальних реакцій під впливом зовнішніх та внутрішніх факторів

Випереджаючий характер пристосувальних реакцій свідчить про формування здатності реагувати на подразник на основі вироблених раніше стратегій при цьому функціонування організму буде відбуватись за *оптимальним механізмом*, оскільки пристосувальні реакції будуть *гнучкими* при формуванні функціональних систем.

Стабільний характер проявляється у посиленні саморегуляції, коли системи організму адаптуються за рахунок *компенсаторного та декомпенсаторного* механізмів, яким присутній *стійкий* тип реакцій. Останній характеризується значною сталістю реакцій та діапазону пристосувальних змін.

Напружений (нестабільний) характер зумовлюється *ригідністю* (неспроможністю) функціональних перебудов і проявляється у *перенапруженні механізмів* формування пристосувальних реакцій.

Реакції організму на дію подразника можуть бути швидкими (гнучкими) та повільними (стійкими та ригідними). *Гнучкий тип* формування адаптивних реакцій проявляється у здатності швидко перебудовуватись до

потреб організму із залученням мінімальних ресурсів на основі наявних функціональних можливостей – це специфічні реакції. Повільні реакції можна назвати неспецифічними, оскільки вони вимагають залучення резервів для компенсації та перебудови функціональних систем організму у відповідь на подразник. *Стійкий тип* реакцій зумовлений стабільністю, жорсткістю функціональних систем, перебудови яких вимагають затрат часу та функціональних резервів. *Ригідний* – у прояві неспроможності перебудуватись через низькі функціональні можливості та резерви організму.

Відмінності формування адаптивних змін в організмі студентів проявляються під впливом навчального навантаження, що характеризуються специфічними вимогами до психофізіологічних функцій, які лежать в основі фахового відбору. Ці відмінності покладені в основу класифікації механізмів розвитку пристосувальних реакцій:

- оптимальний. Передбачає високий рівень функціонування організму та регуляторних впливів. Під впливом навчального навантаження високі та вище середнього значення психофізіологічних функцій супроводжуються парасимпатичною активністю ВНС, значеннями показників центральної гемодинаміки в межах норми – середній рівень (або підвищеними значеннями СОК і ХОК на тлі зниження ЧСС і АТ, але не більше 10 %) та АП на рівні задовільної адаптації й ПД – функціональні резерви ССС в межах норми і вище;

- компенсаторний механізм. Регуляторні впливи відповідають вище середнього та середньому рівням функціонування організму. Психофізіологічні функції, які відносять до рівнів вище середнього та середній, компенсуються: а) вагусною активністю та тлі високих значень ЧСС, ХОК (відхилення показників не більше 20 % від норми) та значень АТ, АП, ПД на рівні норми (середній рівень); б) симпатикотонічною активністю ВНС на тлі зниження ХОК і ЧСС, значень АП на рівні задовільної адаптації, ПД – на середньому рівні і вище, високе значення ХОК забезпечується за рахунок СОК;

- декомпенсаторний механізм. Відхилення показників від оптимальних ±40 %. Низькі або високі значення психофізіологічних функцій супроводжуються високою активністю симпатичної ланки регуляції, високими значеннями ЧСС, ХОК, АТ й АП на рівні напруження механізмів адаптації, ПД – низький рівень обмінно-енергетичних процесів;

- перенапруження механізмів розвитку пристосувальних реакцій. Психофізіологічні функції супроводжуються дезрегуляторними впливами ВНС – відхилення від оптимальних показників ± 60 % і більше: а) низькі значення ВРС супроводжуються зростанням SDNN, RMSSD, ЧСС, ХОК й АП на рівні незадовільної адаптації та зрив механізмів адаптації, ПД – на дуже низькому рівні функціонування ССС; б) низькі значення ВРС супроводжуються низькими значеннями симпатичної модуляції ВНС, зниженням ЧСС, СОК, ХОК, АТ та високими значеннями АП і ПД.

Вихідні функціональні можливості найкращі були у студенток фізичної культури, як результат систематичних занять фізичними вправами і спортом та високої рухової активності [2, 4, 15]. В той же час, у них були найнижчі психофізіологічні показники серед досліджуваних груп. Тобто, вихідний рівень функціональних можливостей та психофізіологічних функцій у жінок даної групи характеризувався нерівномірністю, або гетерохронністю. Навчальне навантаження студенток фізичної культури передбачає високу рухову активність, часте переключення між розумовою та фізичною активністю, що сприяло формуванню пристосувальних реакцій на 4 році навчання за рахунок стабілізації центральної гемодинаміки (зниження ЧСС, СОК, ХОК, АТ, АП і ПД, $p \leq 0,05$), збільшення варіативності серцевого ритму ($p \leq 0,05$) та значного покращення показників уваги, пам'яті, мислення ($p \leq 0,05$). Завдяки високим вихідним функціональним можливостям серцево-судинної системи, швидке розгортання пристосувальних реакцій, що мало випереджаючий характер розвитку пристосувальних реакцій, формування адаптивних змін та психофізіологічних функцій відбувалось за оптимальним механізмом. Після проходження практики стресогенність характеру навчального навантаження зростала (через зміну видів діяльності, психоемоційну напруженість та розумове навантаження), що впливало на психофізіологічні функції студенток фізичної культури й призводило до зниження уваги і пам'яті, проте підвищилась самооцінка компетенцій ($p \leq 0,05$). Це позначилось на роботі гемодинамічного апарату – підвищились ХОК за рахунок ЧСС (яке залишалось в межах норми), АП, ПД ($p \leq 0,05$). Тенденції до зниження мали показники серцевого ритму ($p \geq 0,05$). Стійкі пристосувальні реакції сприяли перебудові функціональних систем, які забезпечували стабільний тип реакцій та формування компенсаторних механізмів адаптивних змін в організмі.

Студентки-філологи на І курсі характеризувались високими показниками психофізіологічних функцій уваги, пам'яті, мислення та високими показниками регуляторних впливів центральної гемодинаміки і вегетативної регуляції серцевого ритму, які вказували на переважання вагусу та задовільні функціональні можливості організму. В умовах навчального навантаження у жінок цієї групи показники уваги та пам'яті не змінились, крім пам'яті на слова, яка знизилась ($p \leq 0,05$), що може бути результатом психофізіологічного напруження, оскільки даний вид пам'яті є специфічним для підготовки філологів [21]. Психофізіологічне напруження впливало на зниження функціональних можливостей та сприяло повільному розгортанню пристосувальних реакцій, що зумовило зміщення вегетативного балансу в бік активізації симпатичної ланки регуляції та зростання напруження регуляторних впливів (зросли АМо, ІВР, ПАПР, ІН, $p \leq 0,05$). Регулююча активність гемодинамічного апарату через зниження АТ, ЧСС, ХОК, АП, ПД ($p \leq 0,05$) за рахунок стабільного характеру пристосувальних реакцій сприяла розвитку компенсаторного механізму адаптації. Практика посилила психоемоційне напруження навчального навантаження та сприяла розвитку втоми, що позначилось на зростанні кількості допущених помилок, зниженні розподілу уваги та самооцінка власних компетенцій ($p \leq 0,05$). Погіршились й енергетично-обмінні процеси серцево-судинної системи – збільшення ПД відбувалось через пришвидшення ЧСС ($p \leq 0,05$), що свідчить про зниження регуляторної діяльності гемодинамічного апарату. Проте контролююча та координуюча діяльність серцевого ритму здійснювалась на автономному рівні при переважанні активності парасимпатичної ланки регуляції. Перебудови функціональних систем організму та функціональні можливості організму студенток даної спеціальності знижуються, швидкість вироблення пристосувальних реакцій знизилась через

розвиток втоми та значні енергетичні затрати регуляторних механізмів центральної гемодинаміки, проте стабільний характер вегетативних реакцій сприяє розвитку пристосувальних змін за декомпенсованим механізмом.

Математики на першому році навчання мали також високі психофізіологічні показники, особливо пам'яті на фігури, порівняно з іншими групами першокурсників, ($p \leq 0,05$). Показники серцево-судинно системи свідчили про низькі функціональні можливості організму. Під впливом навчального навантаження, що передбачає тривалу статичну позу та низьку рухову активність [1, 21], знизились продуктивність, переключення уваги, погіршилась пам'ять, але покращились функції мислення ($p \leq 0,05$), що свідчить про розвиток втоми через недостатність насичення мозкових структур киснем в умовах учбового навантаження. Регулююча діяльність центральної гемодинаміки знизилась – ХОК зменшився ($p \leq 0,05$) за рахунок зниження ЧСС ($p \leq 0,05$), що вказує на економічність роботи організму. Вегетативна регуляція залишалась майже без змін, що може вказувати на стабільний характер та гнучкість окремих систем у формуванні компенсаторного механізму пристосувальних реакцій. Після практики у жінок даної групи покращились психофізіологічні функції обсягу, стійкості, продуктивності та переключення уваги, пам'ять на склади й цифри ($p \leq 0,05$). Проте знижена самооцінка компетенцій ($p \leq 0,05$), що може свідчити про напруження та незадоволеність від навчального навантаження практичної діяльності. Регулюючі впливи гемодинаміки посилюються через збільшення ХОК, ЧСС та зниження АТ ($p \leq 0,05$). Низькі значення варіабельності серцевого ритму та вегетативної регуляції свідчить про нестабільний характер та ригідність пристосувальних реакцій, які формують перенапружений механізм адаптації.

Для біологів-першокурсниць характерними були найвищі показники обсягу та продуктивності уваги ($p \leq 0,05$), інші психофізіологічні функції теж були досить високими. Показники гемодинаміки та серцевого ритму вказували на знижені вихідні функціональні можливості організму. Під впливом навчального навантаження на 4 році навчання покращились процеси мислення ($p \leq 0,05$), а високі психофізіологічні показники (уваги та пам'яті) залишись без змін, що свідчило про відсутність значного психоемоційного напруження. Регуляторні впливи центральної гемодинаміки реалізовувались через зростання ЧСС ($p \leq 0,05$) на тлі активності автономного контура регуляції, що сприяє швидким розгортанням пристосувальних реакцій за рахунок гнучких перебудов й стабільного характеру адаптивних змін та формуванню компенсаторного механізму адаптації. Після практики, незважаючи на збільшення обсягу уваги ($p \leq 0,05$), зросла кількість помилок, знизилась стійкість уваги ($p \leq 0,05$), що свідчить про розвиток втоми, на тлі підвищення самооцінки компетенцій. Зниження АТ і АП ($p \leq 0,05$) свідчили про врегулювання судинного тонусу та підвищення функціональних резервів організму зростання варіабельності серцевого ритму ($p \leq 0,05$). Гнучкий тип реакцій та швидкі перебудови функціональних систем організму студенток при дії стресора (навантаження практичної діяльності) дозволили виробити випереджаючий характер адаптивних змін, що сприяло формуванню оптимального механізму пристосувальних реакцій.

Висновки.

1. В основі фізіологічних закономірностей розвитку пристосувальних реакцій лежать особливості формування функціональних систем, що є доцільним на певному етапі функціонування організму, під впливом внутрішніх та зовнішніх факторів.

2. Важливими закономірностями, які визначають рівень функціонування та формування пристосувальних реакцій є: здатність (функціональні можливості), швидкість розгортання пристосувальних реакцій та гетерохронність. В комплексі вони визначають характер, тип та механізм розвитку пристосувальних реакцій.

3. Специфіка впливу навчального навантаження, яка відрізняється для студентів різних спеціальностей, буде зумовлювати формування відмінних механізмів пристосувальних реакцій. Для студенток фізичної культури характерними були високі вихідні функціональні можливості фізіологічних функцій організму, що у процесі формування адаптивних реакцій дозволило виявити випереджаючих характер, з гнучким типом та оптимальним механізмом пристосувальних реакцій. Після практики пристосувальні реакцій мали стійкий характер, стабільний тип та компенсаторний механізм.

Студентки філологи характеризувались поступовим погіршенням механізмів адаптації, маючи невисокі вихідні функціональні можливості, перебудови функціональних систем під вплив навчального навантаження мали стабільний характер, стійкого типу пристосувальні реакції та компенсаторний механізм, який після практики змінився на декомпенсаторний.

Жінки-математики характеризувались високими психофізіологічними та низькими фізіологічними вихідними можливостями організму, що впливало на функціональний стан організму та сприяло розвитку адаптивних змін, які лягли в основу формування компенсаторного механізму розвитку пристосувальних реакцій з стійким характером та стабільним типом. Після практики, незважаючи на покращення окремих психофізіологічних функцій, зниження самооцінки, регулюючих впливів гемодинаміки та варіабельності серцевого ритму сприяли напруженню функціональних резервів, що призвело до розвитку нестабільного характеру, ригідності реакцій організму та перенапруження механізмів адаптації.

Біологам були властиві низькі фізіологічні показники функціональних можливостей організму, але високі психофізіологічні, що сприяло формуванню стабільного за характером, але гнучкого типу компенсаторного механізму пристосувальних реакцій. Після практики, незважаючи на розвиток втоми, під впливом високої самооцінки формування пристосувальних реакцій мало випереджаючий характер, гнучкий тип та оптимальний механізм.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ісаков О. А., Ляшенко В. П., Петров Г. С. Вегетативні прояви реакції термінової адаптації студентів до інформаційного навантаження // Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Біологія, хімія. - 2013. – Т. 26, № 4 (65). – С. 46–59.
2. Макаренко М. В., Лизогуб В.С. Онтогенез психофізіологічних функцій людини. Черкаси : Вертикаль, 2011. – 256 с
3. Ebner, K., & Singewald, N. (2017). Individual differences in stress susceptibility and stress inhibitory mechanisms. Current Opinion in Behavioral Sciences, 14, 54–64. http://dx.doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.11.016
4. Левченко В. А. Особливості мобілізації неспецифічних меха-

нізмів адаптації в умовах фізичного стреса в юнацькому віці // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 15. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт). – Вип. 3. – № 58. – 2015. С. 73–76.
5. Юхименко Л. І., Макарчук М. Ю. Оцінка методом диференційованого шкалювання функціональної системи «мозок–серце» студентів під час переробки інформації // ScienceRise:Biological Science. 2018. №4 (13). С. 12-19. doi:10.15587/2519-8025.2018.140857
6. Park G and Thayer JF (2014) From the heart to the mind: cardiac vagal tone modulates top-down and bottom-up visual perception and attention to emotional stimuli. Front. Psychol. 5:278. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00278
7. Strigo IA, Craig AD (2016) Interoception, homeostatic emotions and sympathovagal balance. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2016, 19;371(1708). pii: 20160010. doi: 10.1098/rstb.2016.0010. Epub 2016 Oct 10.
8. Farb N, Daubenmier J, Price CJ, Gard T, Kerr C, Dunn BD, Klein AC, Paulus MP and Mehling WE (2015) Interoception, contemplative practice, and health. Front. Psychol. 6:763. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00763.
10. Park G., Vasey MW, Van Bavel JJ, Thayer JF. When tonic cardiac vagal tone predicts changes in phasic vagal tone: the role of fear and perceptual load //Psychophysiology. 2014 May; 51(5):419-26. doi: 10.1111/psyp.12186. Epub 2014 Feb 27
11. Глухова Ю.А. Зависимость показателей центральной гемодинамики и уровня адаптационного потенциала от соматотипа // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. / Ю.А. Глухова, В.Б. Мандриков, А.И. Краюшкин, А.И. Перепелкин. – 2016. – Т. 24, №3. – С. 38–43
12. Коритко З.І. Сучасні уявлення про загальні механізми адаптації організму до дії екстремальних впливів (огляд літератури і власних досліджень) // Вісник проблем біології і медицини – 2013 – Вип. 4, Том 1 (104). – С. 28–35
13. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. М.: Медицина,1975. – 448 с.
14. Судаков К.В. Информационная грань системной организации психической деятельности головного мозга // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2013. – №3. – С. 28–36.
15. Методы и приборы космической кардиологии на борту Международной космической стации. Монография / [под ред. Р.М. Баевского, О.И. Орлова]. Государственный научный центр РФ. – Институт медико-биологических проблем РАН. – Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2016. – С. 50–56; 67–127.
16. Ровний, А. С. Психосенсорні механізми управління рухами спортсменів : монографія / А. С. Ровний, В. С. Лизогуб ; МОНУ, ХДАФК, Черкаський НУ ім. Б. Хмельницького. – Харків : ХНАДУ, 2016. – 360 с
17. Практикум з психології : психодіагностичні методики для самопізнання / упорядник Періг І.М. – Тернопіль : СМП «Тайп», 2015. – С. 77-87.
18. Система комплексного компьютерного исследования функционального состояния организма человека «Омега-М». – СПб: Научно-исследов. лаборатория «Динамика», 2001. – 67 с.
19. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996) Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. Circulation, 93, 1043-1065. doi.org/10.1161/01.CIR.93.5.1043.
20. Романенко В. А. Диагностика двигательных способностей. – Донецк: ДонНУ, 2005. – 290 с/
21. Реброва О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О. Ю. Реброва – Москава: МедиаСфера, 2012. – 312 с.
22. Портал професійного консультування [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://profi.org.ua/profes/profes.shtml

REFERENCES

1. Isakov A.A., Ljashenko V.P., Petrov G.S. Autonomic manifestations reactions urgent adaptation of students to information overload // Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry. – 2013. – T. 26, № 4 (65). – P. 46–59.
2. Makarenko M..V, Lizogub V.C. Ontogenesis of psychophysiological functions of a human. Cherkasy: Vertical, 2011. – 256 p.
4. Levchenko V. Features of the mobilization of non-specific mechanisms of adaptation under physical stress in adolescence // Series 15 "Scientific-pedagogical problems of physical culture (physical culture and sport)". – Is. 3. – № 58. – 2015. – P. 73–76.
5. Yukhimenko L.I., Makarchuk M.Yu. Assessment by scaling the differentiated functional system "brain-heart" students during information processing // ScienceRise:Biological Science. №4 (13) 2018 P. 12–19. doi:10.15587/2519-8025.2018.140857
11. Glukhova Yu.A. (2016). The dependence of central hemodynamic parameters and level of adaptive potential on the somatotype / Yu.A. Glukhova, Mandrikov, AI Kraiushkin, A.I. Perepelkin // I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald - 2016. – T. 24, №3 – P. 38–43
12. Korytko Z. I. Modern Views on the General Mechanisms of Adaptation to Extreme Conditions Action (Review of the Literature and Our Own Research // Bulletin of problems biology and medicine. - – 2013 – Is. 4, T. 1 (104). – P. 28–35.
13. Anokhin P.K. Essays on the physiology of functional systems. M.: Medicine, 1975. – 448 s.
14. Sudakov K.V. Gran information system of organization of mental brain // I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald. – 2013. – №3 – P. 28–36.
15. Methods and instruments of space cardiology on board the International Space Station. Monograph / [ed. PM. Baevsky, O.I. Orlova]. State Scientific Center of the Russian Federation. - Institute of Medical and Biological Problems of the Russian Academy of Sciences. - Moscow: TECHNOSPHERE, 2016. – 260 p.
16. Rovnii, A.S. Psychosensory mechanisms for controlling the movements of athletes: monograph / A.S. Rovny, V S. Lyzozhub; MONU, KhDAFK, Cherkassy NU by. B. Khmelnitsky - Kharkiv: KhNADU, 2016. – 360 p.
17. Practicum on psychology: psychodiagnostic methods for self-knowledge / compiler Perig I.M. – Ternopil: SMP «Taip», 2015. – P. 77–87.
18. System of complex computer research of the functional state of human organism «Omega-M» – SPb: Research. Laboratory «Dinamica», 2001. – 67 p.
20. Romanenko V.A. Diagnostics of motor abilities. – Donetsk: DonNU, 2005. – 290 p.
21. Rebrova O. Yu. Statistical analysis of medical data. Application of the application package STATISTICA / O. Yu. Rebrova – Moskva: Media Sphere, 2012. – 312 p.
22. Portal for professional counseling [Electronic resource]. Access mode: http://profi.org.ua/profes/profes.shtml

Strategies forming of adaptive reactions in the students' organisms with different character of educational load

O. V. Hulka

Abstract. The article presents the generalized results of the study of psychophysiological functions (attention, memory, cognition), central hemodynamics and variability heart rate of students of different specialties. It has been established that the different content and capacity of educational load predetermine the development of adaptive changes in the organism, which are based on laws: ability, speed and heterochronic of adaptive reactions. It is suggested to select the character, type and mechanism of the formation of adaptive reactions by the estimation of the initial level and the dynamics of psychophysiological and physiological indicators.

Keywords: *regularities, adaptive reactions, cardiac rhythm, central hemodynamics, psychophysiological functions, students.*

The Effect of Photoperiod Duration on the Dynamics of Content of Water-Soluble Carbohydrates in Soybean Seeds (*Glysine max (L.) Merr.*)

V. V. Zhmurko, *Hider Nibil Hussein Al-Hamadeni

V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

* Corresponding author. E-mail zhmurko@karazin.ua

Paper received 09.02.19; Accepted for publication 15.02.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-05

Abstract. During field experiments, we studied the dynamics of accumulation of various forms of carbohydrates in the seeds of four varieties of cultural soybeans, which differed in the level of photoperiodic sensitivity. Plants grew under the conditions of a natural long day (16 hours at the latitude of Kharkiv City, 50^0 N) and under the conditions of an artificial short day (9 hours). The carbohydrate content was determined at the stage of seed formation. Among all the varieties, regardless of their photoperiodic sensitivity, a short photoperiod stimulated the accumulation of carbohydrates in comparison with the accumulation in a natural long day. It is assumed that the process of formation of a set of carbohydrates in soybean seeds is subject to photoperiodic control.

Keywords: *soybean, (Glysine max (L.) Merr.), photoperiod, development rates, carbohydrates*.

Introduction. Soya bean is one of the most valuable food, feed and technical crops in the world [1-3,16]. The value of this crop lies in that its seeds contain a significant amount of protein, oil, biologically active substances, antioxidants [1-3,16], determining the versatile application of soybean seeds for the production of highly nutritious foods as well as animal feed. This requires high-yielding soybean varieties with a high content of primarily protein and oil in the seeds, as well as other substances that pre-determine the biological value of soybean [1-3,9,16].

Different forms of carbohydrates are very important storage compounds of soybean seeds, which also stand for their nutritional value [14,15,17]. Reference data show that the content of different forms of carbohydrates in soybean seeds depends on environmental factors, variety genotype, as well as genotype × medium interaction.

Thus, the study of the content of oligosaccharides in the seeds of 148 soybean genotypes showed a more significant genotypic variation of the sucrose content than that of raffinose and stachyose. It is also shown that the level of sucrose content in the seven varieties studied from different geographical locations is higher in conditions with a cooler climate [13]. In experiments with vegetable soybean variety BRS 267, it has been found that the seeds at the R6 stage had a lower sucrose content, but higher levels of starch, glucose, fructose and stachyose, than at the R8 stage [15].

It is shown that the need to improve the composition of soybean seeds to increase the sucrose content and reduce the raffinose family oligosaccharides (RFO) content. The outcomes of experiments with soybean lines that carry the raffinose synthase gene (RS2) showed that they had a similar carbohydrate profile. The authors believe that further research is required to investigate into the environmental stability of the carbohydrate profiles of soybean seeds, depending on the environmental factors [11].

The content of starch in the soybean seeds affects the taste and technological properties of soy products. In 169 recombinant inbred lines (RIL) obtained from crossing in Williams 82 and PI 366121, quantitative trait loci (QTL) for soybean starch were identified. Nine significant QTLs were identified to be used for soybean breeding [10,16]. Raffinose and stachyose (raffinose family oligosaccharides, RFO) are among the main anti-nutritional factors in soybean seeds [17]. Therefore, studies are conducted to identify genotypes with low levels of their content. With 59 soybean genotypes (19 varieties, 11 germ plasmas, and 29 breeding lines), the raffinose and stachyose content depended on the genotype of the sample studied.

When studying the content of carbohydrates in the seeds of commercial varieties and pre- commercial lines in Brazil under different growing conditions, the significant environmental impact on the level of carbohydrates of the RFO group was shown. Samples with a low and stable level of RFOs in different environmental conditions, which can be a valuable material for breeding, were isolated [14].

Thus, the data show that carbohydrates in soybean seeds are important components that determine their nutritional value. The dependence of the content of different forms of carbohydrates on environmental factors, genotype and genotype × environment interactions is shown. In addition, raffinose family oligosaccharides (RFO) are one of the anti-nutritional factors, thus setting the task of creating varieties with their low content.

When breeding such varieties, the fact should be considered that among the environmental factors, determining productivity, crop quality and plant prevalence by growing zones, the photoperiod duration is the most important [4,5]. Soybean, by its biological nature, belongs to short-day plants, which, with an increase in the photoperiod duration of up to 16–17 hours in the daily cycle, slow down the transition to the generative state and late maturation [4,5,12].

From this point of view, the initial material with low photoperiodic sensitivity should be used in breeding for high carbohydrate content in seeds. However, reference materials contain no data on the impact of the photoperiod on the process of formation of a complex of carbohydrates in soybean seeds. The effect of the photoperiod on the protein and oil content in the seeds of two soybean varieties is shown [6].

The purpose of research. With due regard to the foregoing, the task of our research included the study of the dynamics of carbohydrate accumulation in soybean seeds during their formation in photoperiodic induction.

 ©| *V. V. Zhmurko, Hider Nibil Hussein Al-Hamadeni 2019*

Materials and methods. *Plant material*. Four soybean varieties with different ripening terms are used in the experiments. The Annushka variety is an early ripe type with the growing season of 95-100 days; the Yatran variety is a medium early ripe type with the growing season of 100-110 days; the Ustia variety is an ultra-early ripe type with the growing season of 85-90 days. The Khadjibey variety is featured by late ripening, where the growing season is 120-130 days. The seeds of the studied varieties for conducting experiments were kindly provided by the grain legumes and cereals genetic resources laboratory of the National Center for Plant Genetic Resources of Ukraine - V. Ya. Yuriev, the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine.

Conditions of growing plants. Field experiments were held during the growing season of 2015-2017. on the experimental site of the Plant Physiology and Biochemistry Department, V. N. Karazin Kharkiv National University. The site is located in the territory of the Botanical Garden of the University. The soil of the plot is heavy-loam podzolized black soil.

Seeds were sowed at the optimum time for the eastern forest-steppe of Ukraine from May 10th till May 20th, on the plots with an area of 1 sq. m. in triplicates for each version studied.

After sprouting and before the three true leaves unfold phase, all the plants grew in the conditions of a natural long day (about 16 hours at the latitude of Kharkiv City, 50^0 N). In the three true leaves unfold phase, a half of the plants of each variety were exposed to a short 9-hour photoperiod. To do so, they were dimmed by opaque cabins from 18:00 till 21:00 hours. The exposure to a short photoperiod continued for 14 days (photoperiodic induction). At the end of this period, the plants continued to grow in a natural long day before maturation.

Biochemical analyses. To determine the dynamics of carbohydrate accumulation in the seeds during the process of their formation, beans were picked simultaneously on a long and short day from 15-20 plants. The selection was carried out a week after the start of the formation of beans and then twice after 10 days. The material was exposed for 30 minutes at 120 ° C in a drying chamber; the beans were dried and divided into shells and seeds, the content of water-soluble carbohydrates — monosaccharides and oligosaccharides— was determined in seeds [8]. The results are processed statistically; the figures show the average and standard deviations.

Results and discussions. In our previous studies [5], it was shown that under the influence of photoperiodic induction with a short photoperiod, the varieties of Annushka, Ustia and Yatran did not show changes in the duration of the sprouting & flowering and sprouting & maturing period. With the Khadjibey variety, the duration of these periods was significantly reduced (by 10–15 days) under the influence of induction by a short day compared to its duration in a natural long day. Consequently, the varieties of Annushka, Yatran and Ustia are not sensitive to the duration of the photoperiod, that is, they are photoperiodically neutral. The Khadjibey variety showed high photoperiodic sensitivity, representing a short-day type of photoperiodic reaction.

As predetermined by the purpose of this paper, we studied the effect of photoperiodic induction by a short photoperiod on the accumulation of water-soluble carbohydrates in the seeds of the varieties studied in the process of their formation. The results of studying the dynamics of accumulation of monosaccharides in the seeds of the varieties studied are shown in Figure 1.

The results showed that all the studied varieties accumulated monosaccharides in the seed formation process both in plants grown under the conditions of a natural long day and those exposed to a short photoperiod (Fig. 1).

Moreover, the dynamics of the accumulation of monosaccharides in seeds depended on the photoperiodic sensitivity of the variety and the photoperiodic conditions in which the plants were grown. Thus, in the photoperiodically neutral varieties Annushka, Yatran and Ustia, saccharides began to accumulate almost simultaneously under the conditions of both a long and short photoperiod. However, in seeds of plants grown under the conditions of a short photoperiod, they accumulated more intensively, as evidenced by their greater content in each sampling period (Fig. 1).

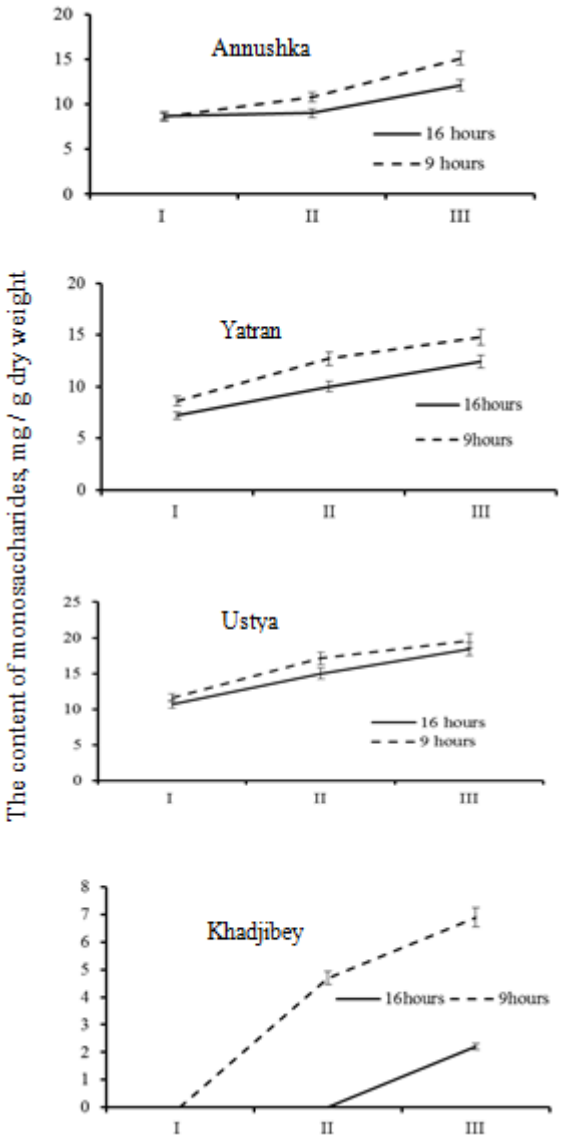


Fig. 1 The effect of the photoperiod duration on the dynamics of the content of monosaccharides in the seeds of soybean varieties in the process of formation.

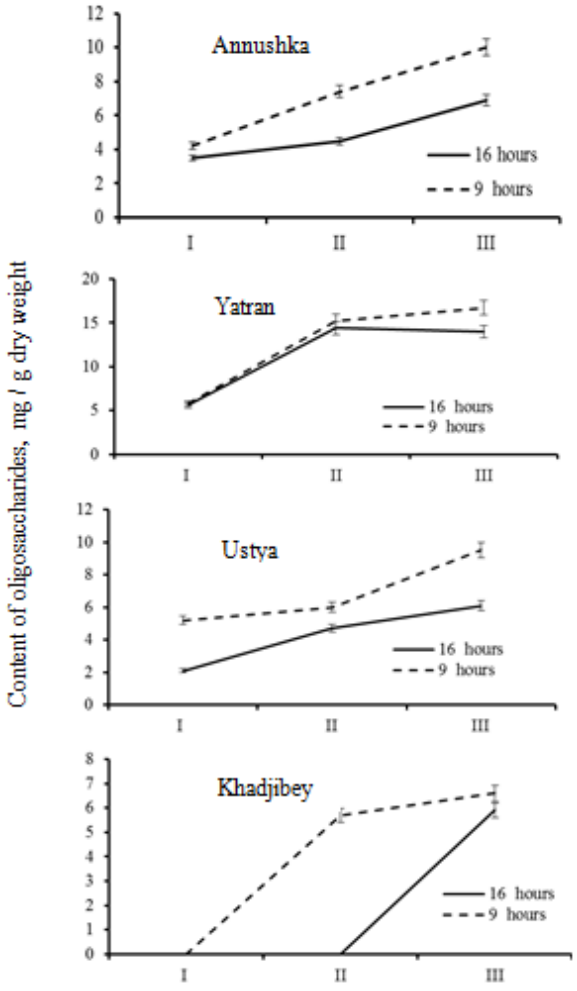


Fig. 2 The effect of the photoperiod duration on the dynamics of the content of oligosaccharides in the seeds of soybean varieties in the process of formation.

In the short-day variety Khadjibey, in contrast to the photoperiodically neutral varieties, the accumulation of monosaccharides in the seeds of plants grown with a short day began much earlier and occurred more intensively than in the seeds of plants grown under the conditions of a natural long day (Fig. 1).

We have also studied the process of accumulation of oligosaccharides by the emerging seeds of the studied soybean varieties, depending on the photoperiod duration. The results are shown in Figure 2. They evidenced that the dynamics of the content of these forms of carbohydrates was similar to that found for the accumulation of monosaccharides.

Thus, in the Annushka, Yatran and Ustia varieties, showing a neutral photoperiodic reaction, the accumulation of oligosaccharides in the seeds began almost simultaneously both in the plants grown on a long day and in the plants exposed to a short photoperiod (photoperiodic induction). In the short-day Khadjibey variety, the accumulation of oligosaccharides in the seeds of plants grown under the conditions of photoperiodic induction with a short photoperiod began much earlier than in the seeds of plants grown under conditions of a natural long day (Fig. 2). In all the varieties studied, the accumulation of oligosaccharides in the plants exposed to photoperiodic induction by a short photoperiod occurred more intensively than in the plants grown under the conditions of a natural long day.

The dynamics of the accumulation of saccharides in all varieties both in the long and short day period are similar, that is, as the seeds were formed, the carbohydrate content increased, although some fluctuation occurred. Probably, it may be explained by the genotypic characteristics of the varieties studied according to the mechanisms of formation of reserve carbohydrates in the seed.

Thus, in all the studied varieties, photoperiodic induction with a short photoperiod led to an intensification of the process of accumulation of water-soluble carbohydrates by seeds. Nevertheless, the short-day variety differed from photoperiodically neutral varieties in the intensity of the dynamics of the accumulation of carbohydrates by seeds exposed to photoperiodic induction.

In our opinion, the identified features of the accumulation of carbohydrates in soybean seeds exposed to a short photoperiod are associated with the process of accumulation and outflow of carbohydrates in the leaves of soybean plants. It is shown that with a reduction in the photoperiod, the intensity of carbohydrate accumulation in the leaves of short-day and photoperiodically neutral soybean genotypes increases in comparison with the intensity in a natural long day. In this case, the intensity of their outflow to the forming meristems increases [4, 5]. Fruits and seeds in the process of their formation are the main artaging centers of assimilates in plants. For this reason, carbohydrates outflow to the emerging soybean seeds with a short-day photoperiodic induction under the conditions of a short photoperiod more intensively than under the conditions of a natural long day. This suggests that the process of seed formation and, in particular, the accumulation of carbohydrates in seeds in the soybean varieties studied is subject to photoperiodic regulation.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адамовская В.Г., Молодченкова О.О., Сичкарь В.И., Картузова Т.В., Безкровная Л.Я., Лаврова Г.Д. Компонентный состав 7S и 11S глобулинов сои у гибридных лини й F6 и их родительских форм //Фактори експериментальної еволюції організмів. 2015. Том 17. С. 280-283
2. Абугалиева А.И., Дидоренко С.В. Генетическое разнообразие сортов сои различных групп спелости по признакам продуктивности и качества // Вавиловский журнал гнетики и селекции, 2016; 20(3):303-310
3. Вишнякова, М.А., Сеферова И.В., Самсонова М.Г. Требования к исходному материалу для селекции сои в контексте современных биотехнологий // Сельскохозяйственная биология, 2017, т.52, №5 с. 905-916
4. Жмурко В.В., Авксентьєва О.О., Юхно Ю.Ю., Попова Ю.В., Самойлов А.М., Тимошенко В.Ф., Васильченко М.С., Шулік В.В., Зубрич О.І. Ефекти генів фотоперіодичної чутливості і потреби в яровизації на фізіолого-біохімічні процеси у рослин пшениці м'якої і сої культурної: Фізіологія рослин: досягнення та нові напрямки розвитку. К.: Логос, 2017. – С.187-196
5. Жмурко В.В., Хайдер Набил Хусейн Аль-Хамадени Влияние продолжительности фотопериода на формирование плодов у сортов сои (*Glycine max* (L.) Merr.) Фактори експериментальної еволюції організмів,2018. – Т.23. – с. 57-61
6. Мысак Е. В., Селихова О. А. Изменение биохимического

состава зерна сои в зависимости от продолжительности дня. - Сб. материалов VII-й Международной дистанционной научно-практической конференции молодых ученых. Краснодар: 2017.с.204-209
7. Молодченкова О. О., Адамовська В. Г., Січкар В. І., Картузова Т. В., Безкровна Л. Я., Лихота О. Б., Лаврова Г. Д. Особливості біохімічного складу насіння сої для добору сортів продовольчого напряму//Селекція і насінництво. 2016. Випуск 110. С.150-161
8. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. – Л.: Агропомиздат, 1987. – 430 с.
9. Choi Sang Woo, Han Sung Jin, Sung Mi Kyung, Chung Jong Il Variation of raffinose and stachiose content as influenced by genotype in soybean seed // Journal of Agriculture & Life Science 2015 Vol.49 No.4pp.73-80
10. Dhungana Sanjeev K., Kulkarn Krishnanand P i, Park Cheol W., Jo Hyun, Song Jong T., Shin Dong-Hyun, Lee Jeong-Dong Mapping quantitative trait loci controlling soybean seed starch content in an interspecific cross of 'Williams 82' (Glycine max) and 'PI 366121'(Glycine soja)// Plant Breeding, 2017. V. 136, Issues 3. PP. 379-385
11. Hagely Katherine B., Palmquist Debra, and Kristin D. Bilyeu Classification of distinct seed carbohydrate profiles in soybean // *J. Agric. Food Chem.*, **2013**, *61* (5), pp 1105–1111
12. Kantolic Adriana G, Peralta Guillermo, Slafer Gustavo A Seed number responses to photoperiod and shading during reproductive stages in indeterminante soybean//Europien Journal of Agronomy 2013, 51: 91-100
13. Kumar V., R a n i A., G o y a l L., D i x i t A.K., M a n j a y a J.G., D e v J., S w a m y M. Sucrose and raffinose family oligosaccharides (RFOs) in soybean seeds as influenced by genotype and growing location. *J. Agric. Food Chem*., 2010, 58(8): 5081-5085
14. Matei Gilvani, Woyann Leomar Guilherme , Meneguzzi Cátia , Todeschini Matheus Henrique , Trevizan Diego Maciel , Rosa Ana Claudia , Benin Giovani Profiling and genotype×environntment interactions of seed sugar contents in Brazilian soybean genotypes// Euphytica, 2017, 213:203
15. S a n t a n a A.C., C a r r a o - P a n i z z i M.C., M a n d a r i n o J.M.G., L e i t e R.S., S i lv a J.B., I d a E.I. Effect of harvest at different times of day on the physical and chemical characteristics of vegetable-type soybean. *Ciênc. Tecnol. Aliment*., 2012, 32(2): 351-356
16. Sanjeev K. Dhungana, Krishnanand P. Kulkarni, Cheol W. Park, Hyun Jo, Jong T. Song, Dong-Hyun Shin, Jeong-Dong Lee Mapping quantitative trait loci controlling soybean seed starch content in an interspecific cross of 'Williams 82' (Glycine maz) and 'PI 366121'(Glycine soja)// Plant Breeding, 2017. V. 136, Issues 3. PP. 379-385
17. Sang Woo Choi, Sung Jin Han,Mi Kyung Sung, Jong Il Chung Variation of raffinose and stachiose content as influenced by genotype in soybean seed // Journal of Agriculture & Life Science 2015 Vol.49 No.4pp.73-80

REFERENCES

1. Adamovskaya V.G, Molodchenkova O.O., Sichkar V.I., Kartuzova T.V., Bezkrovnaya L.Y.,Lavrova G.D. A component compositions of soybean 7S and 11S globulins at the F6 hybrid lines and its parental forms // Factors in experimental evolution of organisms, 2015. V.15. PP. 280-283
2. Abugaliyeva A.I., Didorenko S.V. Genetic diversity of soybean cultivars belonging to different
ripeness groups with regard to performance and quality//Vavilov Journal of Genetics and Breeding. - 2016; 20(3):303-310 DOI 10.18699/VJ16.168
3. Vishnyakova M.A., Seferova I.V., Samsonova M.G.Genetic source required breeding in the context of new biotechnologies // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology], 2017, V. 52, N 5, pp. 905-916
4. Zhmurko VV, Avksentyeva O., Yukhno Yu.Yu., Popova Yu.V., Samoilov AM, Timoshenko V.F., Vasilchenko MS, Shulik V.V., Zubrich OI Effects of genes of photoperiodic sensitivity and need for vernalization on physiological and biochemical processes in soft wheat and soybean plants: Plant physiology: achievements and new directions of development. K.: Logos, 2017. - p.187-196
5. Zhmurko V.V., Haider Nabil Hussain Al-Hamadeni Influence of photoperiod duration on the formation of fruits in soybean varieties (*Glycine max* (L.) Merr.) // Factors in experimental evolution of organisms, 2018. V.23. PP. 57-61
6. Mysak E.V., Selichova O.A., Chenge in biochemical composition of soybean grain depending on the length of day - Collection of materials of the VII-th International distance scientific conference of young scientists. - Krasnodar: 2017. PP 204-209
7. Molodchenkova O. O., Adamovskaya V. G., Sichkar V. I., Kartuzova T. V., Bezkrovnaya L.
Ya., Likhota E. B., Lavrova G. D Bichemical characteristics of soybean seeds for selection of food varieties//Selection and seed production. 2016. Issue 110. – PP. 150-161
8. Methods of biochemical studies of plants / ed. A.I. Ermakova. - L .: Agropomizdat, 1987. - 430 s.

CHEMISTRY

Удосконалення технології вилучення йоду з водних систем

Н. М. Корчик, *Н. М. Буденкова, О. А. Пророк

Україна, м. Рівне, Національний університет водного господарства та природокористування
*Corresponding author. E-mail: budenkovanm@ukr.net

Paper received 28.01.19; Accepted for publication 05.02.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-06

Анотація. Технологія вилучення йоду з супутньої води на ділянках видобутку нафти та технологічні параметри були проаналізовані за допомогою системного аналізу існуючих технологій. Доведено, що оцінку окисно-відновної рівноваги системи в технологіях вилучення йоду за значенням Eh та rH_2 можна проводити лише при однакових значеннях pH Встановлені оптимальні параметри (pH, Eh, rH_2) на кожному етапі технологічного процесу із застосуванням потенціометричного методу аналізу, що дозволяє знизити собівартість кінцевого продукту. Високий ефект екстракції йоду отриманий за рахунок усунення побічних процесів.

Ключові слова: *екстракція, системний аналіз, окиснення, електроліз, Н-індекс, окисно-відновний потенціал.*

Вступ. Актуальним є розробка способів вилучення йоду із відходів, в тому числі із супутніх вод нафтових родовищ, стічних вод промислових виробництв. Ця вода високомінералізована і може нести шкоду довкіллю. Особливо актуальною є ця проблема для Закарпатської, Івано-Франківської, Вінницької областей, де розміщені нафтові родовища.

Початком ієрархічної структури хімічного виробництва є елементарні процеси, які є типовими. Технології вилучення галогенів включають, як правило, комбінацію елементарних процесів, в тому числі типових для перетворення та розділення. Технології вилучення галогенів з точки зору системного аналізу потрібно розглядати як складні технологічні системи, що включають основну підсистему для вилучення з природних високомінералізованих вод, та побічні для добування продуктів та напівпродуктів з концентратів, які включають типові процеси. використання системного підходу в технологічних схемах і процесах дозволяє значно спростити пошук та використання необхідної інформації для розробки і впровадження будь-якого видозміну технологічного процесу.

Огляд інформації по темі досліджень. Технологічні схеми вилучення йоду включають наступні стадії: попереднє очищення від домішок (нафтенових кислот, феруму, солей твердості та ін.); вилучення із природних вод вилуговуванням; одержання концентратів та добування готового продукту окисненням I^- [1].

Типовими процесами в основних підсистемах для окиснення і вилучення йоду з природних високомінералізованих вод є:

1) хімічні: вилучення йоду у формі нерозчинних солей хімічними реагентами: вилучення йоду з підземних вод можливо утворенням малорозчинних йодидів купруму, аргентуму, гідраргіруму при дії розчинних солей відповідних металів:

$$4I^- + 2Cu^{2+} \rightarrow 2CuI + I_2 \qquad (1)$$

2) електрохімічні: виділення йоду електролізом шляхом окиснення йод-йону до елементарної форми та адсорбції на графітовому аноді;

3) масообмінні: виділення йоду з попереднім окисненням йод-йону хімічними реагентами до елементарної форми з наступною адсорбцією повітрям і отриманням концентрованих розчинів (більш відомий як повітряно - десорбційний метод).

В побічних підсистемах для добування йоду у формі продуктів (напівпродуктів) з концентратів є:

1) хімічні: вилучення з лужного розчину після поглинання йоду з йод-повітряної суміші, шляхом підкислення і оброблення окиснювачем для виділення вільного йоду:

$$6I^- + ClO_3^- + 6H^+ \rightarrow 3I_2 + Cl + 3H_2O \qquad (2)$$

$$6I^- + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \rightarrow 3I_2 + 2Cr^{3+} + 7H_2O \qquad (3)$$

2) масообмінні: десорбція з йонообмінних смол шляхом переводу йоду в органічну фазу; проводять спеціальними розчинниками в присутності йонів Mn^{2+}; аніоніт після десорбції вилученого йоду регенерують і повертають на подальшу сорбцію йодид-йонів.

3) електрохімічні: електрохімічна десорбція з йод-вугілля заснована на пропусканні електричного струму крізь нагрітий електроліт (розчини NaCl, Na_2SO_4 і ін.), в яких знаходиться насичений йод-вуглець при цьому йод переходить в розчин, а потім, за рахунок підвищеної температури, сублімується; при цьому, можливо досягнути 100% вилучення.

4) комбіновані: термічна десорбція здійснюється при нагріванні насиченого йод-вугілля без доступу повітря при 200-400^{0}C[2,3, 4].

Таким чином, технології вилучення галогенів з точки зору системного аналізу потрібно розглядати як складні технологічні системи, що включають основну підсистему для вилучення з природних високомінералізованих вод, та побічні для добування продуктів та напівпродуктів з концентратів, які включають типові процеси:

1) хімічні: підкислення, підлуговування, відновлення, окиснення, комплексоутворення;

2) масообміні: екстракція, абсорбція, адсорбція, десорбція;

3) електрохімічні: електроліз;

4) теплові.

Також слід зауважити, що використання системного підходу в технологічних схемах і процесах дозволяє значно спростити пошук та використання необхідної інформації для розробки і впровадження будь-якого видозміну технологічного процесу.

Мета досліджень. За допомогою системного аналізу існуючих технологій внести зміни та удосконалити технологію вилучення йоду з водних розчинів.

Матеріали і методи досліджень. Для дослідження використовувалась високомінераліована вода Західних

 ©|*N. M. Korchyk, N. M. Bydenkova, O. A. Prorok 2019*

регіонів України. Системний аналіз застосований для основних положень методу хімічного осадження. Для дослідження окино-відновних параметрів технологічних розчинів та внесення змін в технологію вилучення йоду застосований потенціометричний метод аналізу.

Основні параметри у системі осад-речовина: внутрішні: pH, Eh, rH_2, мольне співвідношення реагентів, концентрації, зовнішні : температура, тиск тощо. Встановлено, що оцінку окисно-відновної рівноваги системи високо-мінералізованих вод в технологіях вилучення йоду за значенням Eh та rH_2 можна проводити лише при однакових значеннях pH [1,4,5].

Таблиця 1. Склад високомінералізованих природних водних систем для вилучення цінних компонентів

№ п/п	Показники	Одиниці виміру	Значення
1	Густина	г/м^3	1.23-1.27
2	pH		2.4-6.85
3	Eh	мВ	195-490
4	rH_2		11,5-30,6
5	Солевміст	г/дм^3	239-412
6	Кальцій	мг/дм^3	32000-75630
7	Магній	мг/дм^3	6906-12920
8	Ферум	мг/дм^3	7100-8600
10	Натрій	мг/дм^3	33870-43510
11	Калій	мг/дм^3	3000-9420
12	Сульфати	мг/дм^3	71-200
13	Йодиди	мг/дм^3	5.92-59.2

Вміст розчиненого йоду дозволяє проводити економічно-ефективне його вилучення з даних водних систем.

Результати дослідження. На основі результатів потенціометричного титрування встановлені основні параметри окисно-відновної та кислотно-основної рівноваги високо-мінералізованих водних систем в технології передочищення: Eh= +100мВ, pH= 6, rH_2= 15,45.

Інший технологічний процес вилучення йоду із високомінералізованих вод, що досліджується системним аналізом, включає в себе:

а) окиснення йодид-іону до вільного йоду у присутності сульфатної кислоти H_2SO_4 пероксидом гідрогену H_2O_2, який діє як окисник:

$$2I^- \rightarrow I_2; \quad (4)$$

б) відгонка отриманого йоду I_2;

в) розчинення йоду у суміші гідроксиду калію КОН та пероксиду гідрогену H_2O_2, який за даних умов діє як відновник:

$$I_2 \rightarrow 2I^-; \quad (5)$$

г) повторне окиснення йодид-йону до вільного йоду у присутності сульфатної кислоти та вилучення його у вигляді товарного продукту.

З точки зору системного аналізу далі наведені технологічні моделі.

Гідроліз йоду у лужному середовищі, який використовують для отримання концентрованих розчинів в йодному виробництві:

$$3I_2 + 6KOH_{(гар.)} \rightarrow 5KI + KIO_3 + 3H_2O \text{ або} \quad (6)$$

$$I_2 + 2KOH_{(хол.)} \rightarrow KOI + KI + H_2O \quad (7)$$

Однак, солі які утворюються - йодати та інші мають меншу розчинність і утворюють осад в процесі насичення розчину. Для запобігання цього явища і підвищення ефективності поглинання лужним розчином рекомендується проводити процес в присутності відновника - пероксиду гідрогену:

$$I_2 + H_2O_2 + 2KOH \rightarrow 2KJ + O_2 + 2H_2O \quad (8)$$

Рис. 2. Основна підсистема технологічного процесу отримання йоду

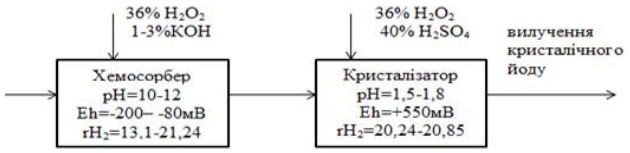


Рис. 3. Допоміжна підсистема технологічного процесу отримання йоду

Для вилучення йоду у вільному стані застосовують взаємодію KJ з підкисленим розчином H_2O_2:

$$H_2O_2 + 2KI + H_2SO_4 \rightarrow I_2 + K_2SO_4 + 2H_2O \quad (9)$$

цікавий приклад взаємодії йоду при pH=1 з пероксидом гідрогену:

$$I_2 + 5H_2O_2 \rightarrow 2HIO_3 + 4H_2O \quad (10)$$

а також наступна взаємодія IO_3^- з пероксидом гідрогену при pH=2 з виділенням йоду:

$$2HIO_3 + 5H_2O_2 \rightarrow I_2 + 5O_2 + 6H_2O \quad (11)$$

Перевагою даного методу є те, що в якості окисника і відновника використовується пероксид гідрогену H_2O_2, який залежно від середовища (pH та rH_2) може бути і окисником, і відновником, що спрощує технологічний процес.[1,5]

Встановлено, що при редокс-потенціалі системи <550мВ можливий процес надлишкового окислення йоду до йодату IO_3^-, а тому виникає необхідність строгого регулювання активної реакції водних систем, зокрема показників pH і rH_2.

Таблиця 2. Склад технологічного розчину для окиснення йодид-йону пероксидом гідрогену при різних значеннях pH

pH	Кількість H_2O_2 в % до йоду від стехіометричного	Вміст йоду в пробі, %			
		йоду	гідралізованого	йодид-йону	перекисного
3,0	50	49,2	-	30,8	-
	100	97,4	-	2,6	-
	103	100	-	-	-
	200	80,8	-	-	19,2
6,0	100	97,5	-	2,5	-
	102	100	-	2,5	-
	200	80,1	-	2,5	18,9
7,0	100	93,7	3,5	2,8	-
	103	96,4	3,6	-	-
	105	95,5	3,5	-	1
	150	86,6	3,4	-	10
	200	78,1	3,3	-	18,6
8,0	100	82,6	14,7	2,7	-
	103	85,0	15,0	-	-
	113	82,5	14,5	-	3
	150	76,1	13,9	-	10

Таблиця 3. Характеристика стану окисно-відновної рівноваги у водних системах на окремих етапах обробки

Місце відбору проби	pH	Eh	rH_2
Свердловина	4,7	-100	13,0
Рукав чистої води	4,5	+100	19,5
Змішувач	4,5	+100	19,5
Десорбер	4	+400	28,9
Хемосорбер	9,5	-200	19,2
Кристалізатор	1,8	+550	29,6

На підставі досліджень результатів потенціометричного титрування та їх диференціації визначають концентрації речовин залежно від значень pK кислотно-

основних форм. Можна стверджувати, що перетворення йоду відбувається в послідовності: $I_2 \rightarrow I^- \rightarrow I_2$

Тому були проведені додаткові дослідження для знаходження оптимальних умов процесу з метою зменшення витрат кислоти та отримання продукту з високим виходом за рахунок виключення побічних реакцій. На основі кривих потенціометричного титрування Eh = f(pH) розчинів сировини з пероксидом гідрогену встановлено, що окиснення за реакцією (9) здійснюється при pH 0,5-2.

На основі потенціометричного методу аналізу були виз-начені основні параметри (pH, Eh та rH_2) для кожного з етапів технологічного процесу.[3,5]

Провівши кореляційний аналіз залежності концентрації йоду від параметрів pH, Eh, rH_2 були отримані наступні коефіцієнти варіації (табл. 3.4), які свідчать про відсутність чіткої лінійної залежності виходу продукту від даних параметрів. Наявна лише залежність pH від концентрації йодид - йонів, оскільки на дану реакцію витрачається лужний реагент, що і спричинює таку зміну. Проте чітко відслідковується значний ріст виходу в певних межах значень pH і rH_2.

Таблиця 4. Характеристика стану системи на етапах видобування йоду

Десорбер 1	*C(I-)*	*pH*	*Eh*	*rH_2*	*d C(I-)*	*d rH_2(I-)*
C(I-)	1					
pH	-0,81595	1				
Eh	0,594835	-0,42022	1			
rH_2	0,493198	-0,27752	0,988398	1		
d C(I-)	-0,30625	0,307229	0,22586	0,29055	1	
d rH_2(I-)	0,276083	-0,12662	0,37446	0,375261	0,001082	1
Десорбер 2	*C(I-)*	*pH*	*Eh*	*rH_2*	*d C(I-)*	*d rH_2(I-)*
C(I-)	1					
pH	-0,81595	1				
Eh	0,594835	-0,42022	1			
rH_2	0,493198	-0,27752	0,988398	1		
d C(I-)	-0,30625	0,307229	0,22586	0,29055	1	
d rH_2(I-)	0,276083	-0,12662	0,37446	0,375261	0,001082	1

Висновки. Регулювання параметрів системи за величинами Eh і pH складне, що пов'язано з тим, оскільки сама величина Eh залежить від значень pH) і потребує проведення процесу в ручному режимі (почергове додавання реагентів). Запропоновано для регулювання технологічного процесу використовувати незалежні один від одного показники стану системи pH і rH_2, при цьому регулювання pH здійснювати дозуванням KOH, а регулювання rH_2 дозуванням пероксиду гідрогену H_2O_2, що дозволяє впровадити систему автоматичного регулювання процесу за допомогою спеціальних комп'ютерних програм. Діапазон оптимальних значень добування лужного розчину KI, згідно експериментальних даних, становить: pH= 11.1 - 11.4, rH_2= 32.3 - 33.8 при яких процес відбувається стабільно із найбільшою ефективністю. Таким чином, високий ефект вилучення йоду досягнутий за рахунок виключення побічних процесів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рогова А.Ф., Корчик Н.М. Спосіб вилучення йоду з природних розсолів. Пат. № 7789, ИАСО 1В 7/00 СО21/52, 2007.
2. Ананьєва В., Трохименко О., Хворов М. та ін. Визначення різних форм йоду у високомінералізованих геотермальних водах // Вісн. київськ. ун-ту ім. Т. Шевченка. Хімія. – 2007. т. 44. – с. 10–12.
3. Губанова Л.С., Кирилова Т.Я., Толмачева З.И. Исследования в области технологии и производства йода.//М.: НИИТЗХИМ 1975, – 45с.
4. Ксензенко В.И., Стасиневич Д.С. Химия и технология брома, йода и их соединений. – М: Химия, 1995. – 432с.
5. Корчик Н.М., Буденкова Н.М., Турченюк К.В. Одержання лужних розчинів йодидів в технології добування йоду. Вісник УДУВГП, вип..4(28), 2004 р- с.149-154.

REFERENCES

1. Rohova A.F, Korchik N.M. Method for extracting iodine from natural brines. Patent. No. 7789, IASO 1B 7/00 CO21 / 52, 2007.
2. Ananieva V., Trochimenko O., Khvorov M. and others. Determination of various forms of iodine in highly mineralized geothermal waters // Bulletin kyivsk. un-tu im. Shevchenko. Chemistry. - 2007, Vol. 44. - p. 10-12
3. Hubanova L.S., Kyrylova T.Ia., Tolmacheva Z.Y. Research in the field of technology and iodine production.//M .: NIITZHIM 1975, - 45s.
4. Kensenko V.I., Stasinevich D.S. Chemistry and technology of bromine, iodine and their compounds.-M: Chemistry, 1995.-432c.
5. Korchik N. M., Budenkova N. M., Turchenyuk K.V. Preparation of alkaline solutions of iodides in iodine extraction technology. Bulletin of UDUVGP, issue 4 (28), 2004 - p.149-154.

Improvement of the technology of extracting iodine from water systems

N. M. Korchyk, N. M. Bydenkova, O. A. Prorok

Abstract. Iodine extraction technology out of accompanying water in oil extraction sites as well as various leaches being analyze by means of system analysis. There were established optimal parameters (pH, Eh, rH_2) for every stage of technological process based on potentiometric method of analysis. They decrease the cost of the final product. High iodine extraction effect gained due to elimination of side processes. The technology of iodine extracting from contiguous water at oil extraction sites and technological parameters being analyze using a system analysis of existing technologies. It has proved that the evaluation of the oxidation-reduction equilibrium of the system in iodine extraction technologies by the values of Eh and rH_2 could been carried out only with the same pH values. The optimum parameters (pH, Eh, rH_2) have been establishing at each stage of the technological process using the potentiometric method of analysis, which decrease the cost of the final product. High iodine extraction effect gained due to elimination of side processes.

Keywords: *extraction, system analysis, oxidation, electrolyze, pH-index, redox potential.*

Обеспечение безопасности применения наливных эмульсионных ВВ в сульфидных породах

И. Л. Коваленко[1], Д. В. Шевчик[2], В. Л. Коваленко[1]

[1]Украинский государственный химико-технологический университет, Днепр, Украина
[2]ЧАО «Центральный горно-обогатительный комбинат», Кривой Рог, Украина
Corresponding author. E-mail: il.kovalenko@gmail.com, d.shevchik77@gmail.com, vadimchem@gmail.com

Paper received 31.01.19; Accepted for publication 07.02.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-07

Аннотация. Приведена оценка влияния способа сенсибилизации эмульсионных ВВ на безопасность применения в пиритсодержащих породах. Сформулированы базовые принципы создания эмульсионных ВВ, с максимальной безопасностью применения в сульфидсодержащих породах, которые исключают: использование нитритной газогенерации при сенсибилизации эмульсионных матриц ВВ, снижение pH системы и включения гранул аммиачной селитры или АНФО. Показана безопасность применения в породах, содержащих пирит, эмульсионных ВВ с пероксидным способом газогенерации слабощелочных эмульсий.

Ключевые слова: *эмульсионное взрывчатое вещество, пирит, безопасность, сенсибилизация.*

Введение. Известно, что контакт пирита и пирротина с эмульсионными взрывчатыми веществами (ЭВВ) может привести к несанкционированному разложению скважинных и шпуровых зарядов. При этом агрессивными считаются обводненные породы, содержащие более 20 % сульфидной серы с pH скважинных вод менее 2,5 [1]. Однако, зафиксированы случаи саморазогрева и разложения зарядов ЭВВ в сухих скважинах Кривбасса при содержании серы 2,1-3,2 % масс. Недостаточная точность прогнозирования поведения ВВ в сульфидных породах по лабораторным испытаниям связана, очевидно, с активностью различных образцов пиритсодержащих пород или порошка пирита [1]. Исходя из этого, обеспечение безопасности применения эмульсионных систем должно базироваться не на предотвращении взаимодействия ВВ с пиритом, а на разработке исходных принципов создания индифферентных к пириту ВВ [2].

Краткий обзор публикаций по теме. Причиной химических и термических процессов в скважинах железных рудников Кривбасса являются техногенно-активизированные природные явления, происходящие в коре выветривания железистых и вмещающих горных пород. Наибольшую интенсивность они имеют в зонах контакта железорудной Артемовской свиты и подстилающей ее Зеленореченский свиты, относящихся к нижнепротерозойской ингуло-ингулецкой серии.

Согласно результатам многочисленных натурных и экспериментальных исследований, обобщенных в [3], окисление пирита и пирротина представляет собой комплекс химических и биогеохимических процессов.

Окисление поверхности включений пирита при контакте с воздухом (при увлажнении) реализуется в три стадии:

$2H_2O + 7O_2 + 2FeS_2 = 2FeSO_4 + 2H_2SO_4$, (1)

$4FeSO_4 + O_2 + 2H_2SO_4 = 2Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O$, (2)

$FeS_2 + 7Fe_2(SO_4)_3 + 8H_2O = 15FeSO_4 + 8H_2SO_4$. (3)

При этом считается, что первые две реакции могут дополнительно катализироваться мезофильными тионовыми бактериями вида Thiobacillus ferrooxidans, которые обычно существуют в отвалах пустых пород и дренажных водах. Интенсивность окисления пирита определяется, в основном, реакцией (3).

Кроме того, фактором, ускоряющим процессы окисления включений пирита молекулярным кислородом является наличие катализаторов, в качестве которых могут выступать ионы, способные изменять степень окисления в присутствии кислорода, например - Fe^{3+}, Cu^{2+} . Т.е., образующиеся при окисления пирита растворимые сульфаты железа (реакции 1-3), являются катализаторами трансформации рудных включений пирита, обеспечивая циклический самоускоряющийся процесс. Также эффективными катализаторами окисления поверхности пирита могут служить оксиды азота и продукты их трансформации в водных растворах (в том числе нитрат и нитрит ионы).

Пирротин ($Fe_{0,88}S$), который для упрощения обозначим FeS, способен растворяться в серной кислоте, образующейся по реакции (3), либо в кислых дренажных водах:

$FeS + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2S$, (4)

и становится дополнительным источником феррум(II) сульфата, который после окисления катализирует выщелачивания пирита.

На самом деле, продукты окислительно-восстановительных процессов с участием эндогенного пирита трудно предсказуемы, поскольку на процесс влияют такие факторы как pH, доступность кислорода, степень увлажнения, срок контакта с кислородом, наличие контакта с породами органического генезиса и тому подобное.

Параметры, которые мобилизуют и интенсифицируют окислительно-восстановительные процессы при контакте ЭВВ с пиритсодержащими породами, в настоящее время окончательно не определены. Однако, накопленный негативный опыт аварийных случаев позволяет определить наиболее значимые факторы опасности саморазложения нитратных ВВ в пиритсодержащих породах: содержание эндогенного пирита в породе, температура горного массива и технологическая температура заряжания ВВ, кислотность и состав рудничной воды. Однако, согласованного мнения среди исследователей по концентрационным преде-

 ©*I. L. Kovalenko, D. V. Shevchik, V. L. Kovalenko 2019*

лам опасного содержания пирита или температурных границ безопасного применения ВВ, в литературе нет.

Долгие годы считалось, что проблема эндогенных пожаров и саморазложения нитратных ВВ касается только рудников цветных металлов, характеризующихся высоким содержанием сульфидов. Но пирит и пирротин, в виде вкраплений, может встречаться во многих магматических породах, и широко распространен в гидротермальных месторождениях руд практически всех типов, в осадочных породах и почвах [5,6]. Природные сульфиды (пирит, марказит, халькопирит, галенит и т.д.) присутствуют в виде включений, практически во всех горных породах Криворожского бассейна. Это касается разрабатываемых пород карьерами Южного ГОКа (в роговиках пласта К42Ж), Центрального ГОКа (пласты К22Ж, К25Ж и К26Ж) и Ингулецкого ГОКа (кварц-пиритовые жили), подземными рудниками. Сульфиды Анновского месторождения Северного ГОКа представлены в основном пиритом и, в меньшей степени халькопиритом и пирротином. Содержание этих минералов в железистых кварцитах колеблется от 2 до 5% масс. Сульфиды (в основном пирит) распространены во всех разновидностях пород, разрабатываемых карьером Полтавского ГОКа. Содержание сульфидной серы в рудах и вскрышных породах колеблется от 1,0 до 40,3% масс, причем наибольшее количество пирита наблюдается в рудах пласта К24. Существенным фактором, который не всегда учитывают при оценке содержания пирита в породе, является сепарационное и гравитационное обогащение шлама пиритом, что происходит при бурении скважин. Реальное содержание пирита в буровом шламе на дне скважины может быть в несколько раз выше, чем определенное геологической разведкой в горном массиве.

Таким образом, проблема создания безопасных, относительно минерального пирита, эмульсионных ВВ, чрезвычайно актуальна и в случае разработки руды с низким содержанием сульфидов.

Цель. Оценка влияния способа сенсибилизации эмульсионных ВВ на безопасность применения в пиритсодержащих породах. Определение базовых принципов создания эмульсионных ВВ, не чувствительных к эндогенным включениям пирита горных пород.

Материалы и методы. Термический анализ осуществляли с помощью установки для дифференциально-термического анализа TERMOSKAN-2 (НПП «Аналитприбор», г. Санкт-Петербург) при скорости развертки 20 град/мин. Газовый анализ осуществляли с помощью газоанализатора-сигнализатора Дозор-СМ (НПО «Орион», г. Харьков). Температуру при термостатировании ЭВВ контролировали с помощью термопары и Мультиметра UNM161C, коммутированного с ПЭВМ. Для исследований использован измельченный на воздухе природный пирит полифракционного состава, дисперсностью 44-74 мкм.

Результаты и их обсуждение. Дисперсной фазой большинства эмульсионных ВВ [7] является 80-85% масс. раствор аммиачной селитры(АС), что обуславливает высокую технологическую температуру изготовления и дальнейшего применения ВВ. Промышленные эмульсионные ВВ на основе раствора АС закачиваются в скважину при температуре 80 ± 10^0C. Кроме того, для увеличения теплоты взрыва (за счет формального снижения удельного содержания воды), в эмульсионную ВВ добавляют от 10 до 40% масс гранулированной АС или АНФО. Высокая температура применения и наличие в составе ЭВВ гранулированной аммиачной селитры являются основными факторами опасности неконтролируемых реакций с эндогенным пиритом.

Использование в составе дисперсной фазы эмульсионных матриц ВВ бинарных растворов аммиачной и кальциевой или натриевой селитр позволяет снизить температуру применения ЭВВ.

Рассматривая влияние способа повышения детонационной чувствительности эмульсионных матриц (сенсибилизация ЭВВ), следует отметить, что наибольшую опасность представляют ВВ с «классической» нитритной газогенерацией, которая в настоящее время является наиболее распространенным в мировой практике способом сенсибилизации [7].

Технология нитритной сенсибилизации предполагает смешение малочувствительной эмульсионной матрицы с водными растворами натрий нитрита, в результате чего эмульсия насыщается микропузырьками газа, образующимися в результате редокс процессов в эмульсионной системе. Однако, реализация такого способа возможна лишь при температурах не ниже 60^0C и pH=2,0-2,5 [7], что предусматривает дополнительное введение в эмульсию различных неорганических или органических кислот и соблюдение высокотемпературного режима.

Применение эмульсионных ВВ с такой кислотностью в пиритсодержащих породах способно инициировать комплекс реакций (5-7). Азотная кислота образуется в системе в достаточном количестве за счет обменных реакций и частичного разложения аммиачной селитры.

$3FeS_2 + 12HNO_3 = 3FeSO_4 + 12NO + 3SO_2 + 6H_2O$;
(ΔG^0_{298}=-2275,2 кДж, ΔH^0_{298}= -1685,13 кДж), (5)

$3FeS_2 + 14HNO_3 = 3FeSO_4 + 14NO + 3H_2SO_4 + 4H_2O$;
(ΔG^0_{298}=-2636,9 кДж, ΔH^0_{298}= -2136,22 кДж) (6)

$3FeS_2 + 8HNO_3 = 6SO_2 + Fe_3O_4 + 4NO + 2N_2 + 4H_2O$;
(ΔG^0_{298}=-2270,2 кДж, ΔH^0_{298}= -1760,61 кДж) (7)

Термодинамические параметры реакций (5-7) свидетельствуют о возможности самопроизвольного прохождения процесса. При этом выделяемого тепла, достаточно, чтобы обеспечить образование локальных точек разогрева в системе и инициировать деструкцию ЭВВ по механизму теплового взрыва.

Кроме того, наличие в системе нитрит-ионов и HNO_2, которая образуется в системе за счет обменных реакций в кислой среде, оказывает каталитическое действие на окисление пирротина [3,4], который всегда сопровождает эндогенный пирит. При этом, учитывая реализацию реакций (1-3), на поверхности минерала могут происходить реакции [3]:

$2FeSO_4 + O_2 + 2HNO_2 + H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + 2NO_2 + 2H_2O$, (8)

$H_2S + Fe_2(SO_4)_3 = 2FeSO_4 + S + H_2SO_4$. (9)

Образующаяся HNO_2, является также источником NO_2 и NO, которые дополнительно ускоряют окисление ионов феррума(II) за счет образования нитрозильного комплекса [8] и реализации циклического

процесса (реакции 10-12):

$2\ [Fe(NO)]^{2+} + O_{2\,(водн)} = 2\ Fe^{3+} + 2NO_2^-$, (10)

$2\ Fe^{2+} + 2NO_2^- + 2H^+ = Fe^{3+} + 2NO_{(водн)} + H_2O$, (11)

$NO_{(водн)} + Fe^{2+} = [Fe(NO)]^{2+}$, (12)

Использование второго по распространенности способа сенсибилизации – введение в эмульсионную матрицу полых микросфер, позволяет изготавливать ВВ на «холодной» эмульсии и не требует снижения pH системы. Кислотность таких ЭВВ обычно находится в пределах pH = 4,0-5,0, что обусловлено гидролизом NH_4NO_3 [1,2]. Т.е. сенсибилизация ЭВВ с помощью микросфер должна обеспечивать более высокий уровень безопасности в сульфидных породах.

Для оценки чувствительности к агрессивному воздействию пирита эмульсионных ВВ, которые производителями декларируются как безопасные в сульфидных породах, были проведены соответствующие термические испытания (табл. 1-2).

Как видно из данных табл. 1, даже в случае ЭВВ марки Фортис-С, который содержат карбамид как ингибитор пирита, наблюдается интенсивное выделение газов, что свидетельствует о химическом взаимодействии с пиритом. Наименьшей активностью относительно пирита обладает эмульсия марки Тован с более высоким значением pH, однако полученное преимущество полностью нивелируется в процессе приготовления из эмульсии взрывчатого вещества Тован-60 (табл.2) , содержащего 60:% масс. стехиометрической смеси аммиачной селитры и топлива (АНФО).

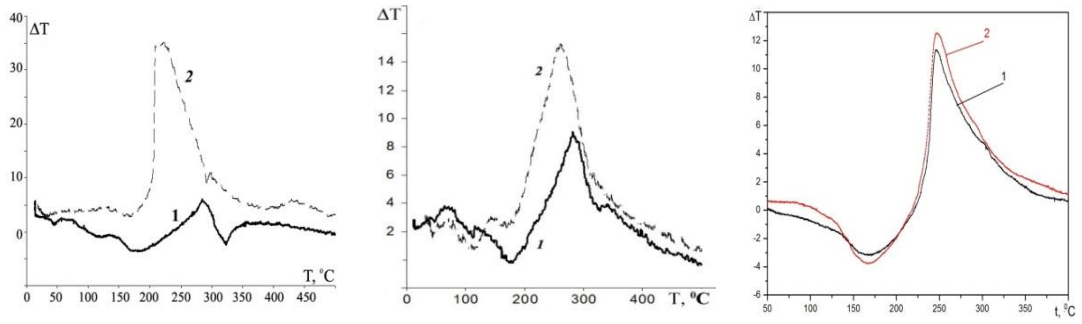
Таблица 1– Газовыделение при контакте эмульсионных матриц ВВ с 5 % масс. пирита (40°С)

Марка эмульсионной матрицы ВВ	Качественный состав дисперсной фазы	pH эмульсии	Количество газов , мг/кг		
			NO	NO_2	H_2S
Фортис (Orica, США-Австралия)	NH_4NO_3	2,0-2,5	107,95	49,34	94,41
Фортис-С (Orica, США-Австралия)	NH_4NO_3 (+ карбамид)	2,0-3,0	89,47	0	24,49
Емонит (Украина)	$NH_4NO_3/NaNO_3$	2,0-2,5	108,42	39,06	93,12
Тован (ETI, Канада)	$NH_4NO_3/NaNO_3$	4,0-5,0	17,48	21,96	13,95

Таблица 2 –Результаты взаимодействия сенсибилизированнных ЭВВ с пиритом (40 ^{0}С)

ЭВВ	Тип сенсибилизации	Содержание АС или АНФО, % масс.	Количество газов , мг/кг ВВ			
			NO	NO_2	H_2S	SO_2
Фортис 80	нитритная	20	128,52	70,60	52,11	2,75
Фортис-С-80	нитритная	20	95,75	10,06	19,94	0
Тован-60	микросферы	40	153,53	129,91	7,68	0
Емоніт Н-100	нитритная	0	110,00	38,06	90,24	0

Наименьшей активностью относительно пирита обладает эмульсия марки Тован с более высоким значением pH, однако полученное преимущество полностью нивелируется в процессе получения из эмульсии взрывчатого вещества табл.2 , содержащего 60: стехиометрической смеси аммиачной селитры и топлива (АНФО). Полученные результаты были подтверждены данными дифференциально-термическим анализа (ДТА) – рис.1



а ***б*** ***в***

Рисунок 1. Термическое поведение ЭВВ марок: ***а*** – Тован-:60; ***б*** – Фортіс С-80 ; ***в*** –Украинит-ПП-2 (*кривая 1* – ЭВВ; *кривая 2* –ЭВВ+5%пирита).

На основе выполненных исследований были сформулированы основные требования к эмульсионным ВВ для безопасного применения в горных породах, содержащих эндогенный пирит:

1) эмульсионная матрица и ЭВВ должны иметь нейтральную или слабощелочную реакцию (pH=7,0-8,5);

2) сенсибилизация ЭВВ должен исключать применение натрий нитрита;

3) ЭВВ не должны содержать добавок гранулированной АС и/или АНФО.

Базируясь на сформулированных принципах, было разработано ЭВВ марки Украинит-ПП-2, эмульсионная матрица которого имеет pH=7,2-8,5, содержит как регулятор кислотности депрессоры пирита, а сенсибилизация осуществляется смешением эмульсионной матрицы с водными растворами пероксида водорода. Полученное ВВ характеризуется высоким уровнем индифферентности по отношению к активированным образцам окисленного пирита (рис. 1-в), что подтверждается также отсутствием газовыделения при выдержке в смеси с пиритом в течение 48 часов.

Выводы. Безопасность применения эмульсионных систем в породах, содержащих эндогенный пирит,

может быть обеспечена при условии использования слабощелочных эмульсий, сенсибилизированных микросферами или пероксидными сенсибилизаторами. Содержание гранулированной аммиачной селитры и/или ее стехиометрических смесей с топливом в составе эмульсионных ВВ, применяемых в сульфидных породах, недопустимо.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Коваленко, И.Л. О взаимодействии аммиачноселитренных взрывчатых веществ с активированными порошками пирита / И.Л. Коваленко, В.П. Куприн, О.В. Колтунов // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. –2014. – №1 (13). – С. 53–62.

[2] Коваленко, И.Л. Взаимодействие пирита с эмульсионными энергоконденсированными системами. Влияние химической природы окислителя и сенсибилизатора /И.Л. Коваленко // Вопросы химии и химической технологии. – 2014. – №5-6 (98). – С. 66–69.

[3] Маркович, Т.И. Кинетика выщелачивания пирротина сернокислыми растворами в окислительных условиях с участием азотистой кислоты / Т.И. Маркович // Химия в интересах развития. – 2005. – №13. – С.541–550.

[4] Абрамов, А.А. Влияние pH на состояние поверхности пирита / А.А. Абрамов // Цветные металлы, 1965. – №6. – С. 42–45.

[5] Катышев, С.Ф. Определение условий безопасного применения аммиачно-селитровых взрывчатых веществ на сульфидных месторождениях / С.Ф. Катышев, В.Н. Десятник, Л.М. Теслюк // Пожаровзрывобезопасность: научно-технический журнал. – 2009. – №2. – С. 24–28

[6] Вертушков, Г.Н. Таблицы для определения минералов по физическим и химическим свойствам / Г.Н. Вертушков, В.Н. Авдонин: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1992. – 489 с.

[7] Wang Xu Guang Emulsion explosives. – Beijing: Metallurgical Industry Press, 1994. – 388 p.

[8] Зятковский, В.М. Каталитическое действие окиси азота при окислении солянокислых растворов железа (II) / В.М. Зятковский, А.П. Филиппов, В.М. Билоусов, Т.А. Пальчевская, К.Б. Яцимирский // Украинский химический журнал. – 1977. – №9. – С. 989–991.

REFERENCES

[1] Kovalenko,I.L., Kuprin, V.P. and Koltunov, O.V About interaction of explosives containing ammonium nitrate with activated pyrite powders// Suchasni resursosberihajuchi tekhnologii hirnychoho vyrobnytstva. 2014, Is.1(13).P.53-62.

[2] Kovalenko,I.L. Interaction of pyrite with energy condensed emulsion systems. Influence of chemical nature of oxidizer and sensitizer// voprosy khimii I khimicheskoy tekhnolohii.2014, Is.5-6(98). P.66-69

[3] Markovich, T.I. Pyrrhotite leaching kinetics with sulphate solutions in oxidizing conditions with the participation of nitrous acid //Khimia v interesakh razvitia. 2005, Iss.13. P.541–550.

[4] Abramov, A.A. The Influence of pH on the state of the pyrites surface // Tsvetnye metally. 1965,Iss. №6. P. 42–45.

[5] Katyshev, C.F., Desatnik, V.N. and Tesluk, L.M. Determination of the conditions for the safe use of ammonium nitrate explosives in sulphide deposits// Pozharovzryvobezopasnost: nauchno-techn.j. 2009, Iss.2. P. 24–28

[6] Vertushkov,H.N. and Avdonin, V.N. Tables for the determination of minerals by physical and chemical properties. Moscow: Nedra, 1992.

[8] Zjatkovski, V.M., Filippov, A.P., Bilousov, V.M and other. The catalytic effect of nitric oxide in the oxidation of hydrochloric acid solutions of iron(II) // Ukranian chemistry journal. 1977, Is. P. 989–991.

Ensuring the safety of the use of bulk emulsion explosives in sulphide rocks

I. L. Kovalenko, D. V. Shevchik, V. L. Kovalenko

Abstract. The impact of the use of emulsion explosives on the safety of use in pyrite-containing rocks has been evaluated. The basic principles of creating emulsion explosives are defined, with the maximum safety of application in sulfide-containing rocks which exclude applications of nitrite gas generation at sensitization of emulsion matrixes of explosive substances, reduction the pH of the system and inclusions granules of ammonium nitrate or ANFO. Safety of use of emulsion explosives with peroxide way of gas generation of alkalescent emulsions in the rocks containing pyrite is shown.

Keywords: *emulsion explosive, pyrite, safety, sensitization.*

INFORMATION TECHNOLOGY

Сравнительный анализ и выбор предпочтительной технологии мобильной связи четвертого и пятого поколения

В. М. Безрук, Ю. В. Скорик, В. А. Власова, Ю. Н. Колтун

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина
Corresponding author. E-mail: valerii.bezruk@nure.ua, yuliia.skoryk@nure.ua, viktoriia.vlasova@nure.ua, yurii.koltun@nure.ua

Paper received 02.02.19; Accepted for publication 08.02.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-08

Аннотация. В работе проведен сравнительный анализ сетей мобильной связи четвертого и пятого поколения. Рассматриваются теоретические и практические особенности выбора предпочтительной технологии мобильной связи с учетом совокупности показателей качества на основе метода анализа иерархий.

Ключевые слова: *многокритериальный выбор, метод анализа иерархий, пятое поколение мобильной связи, показатели качества.*

Введение. Выбор оптимальных средств телекоммуникаций с учетом противоречивых показателей качества определяет необходимость применения методов многокритериальной оптимизации. Решение такой задачи является достаточно сложной проблемой даже с чисто математической точки зрения. Однако после своего формального решения и получение подмножества эффективных (Парето-оптимальных) вариантов остается необходимость формализованного выбора единственного компромиссного решения с учетом дополнительной субъективной информации, поступающей от экспертов.

Для этих целей могут быть применены разные методы, одним из которых является метод анализа иерархий (МАИ).

Краткий обзор публикаций по теме. В работе [1] рассмотрены особенности решения задач многокритериальной оптимизации. Рассмотрены методы нахождения подмножества Парето-оптимальных вариантов системы с учетом совокупности показателей качества, а также выбора среди них предпочтительного варианта. Были проведены исследования эффективности методов выбора предпочтительного проектного варианта системы на основе теории полезности, теории размытых множеств и метода анализа иерархий [2]. Получено, что для решения поставленной задачи рационально использовать метод анализа иерархий (МАИ), который подробно описан в работе [3]. В работе [4] рассматривается технология пятого поколения. В работе [5] рассмотрены особенности применения метода анализа иерархий при выборе предпочтительного варианта с учетом совокупности показателей качества для разных типов средств телекоммуникаций. Однако не показаны особенности решения этой задачи для случая выбора предпочтительного варианта сетей мобильной связи пятого поколения.

Цель. Провести анализ сетей мобильной связи четвертого и пятого поколения и применения метода анализа иерархий при выборе предпочтительного варианта сетей мобильного связи с учетом совокупности технико-экономических показателей качества.

Анализ сетей мобильной связи четвертого и пятого поколения. Для сравнительного анализа были выбраны следующие технологии мобильной связи четвертого и пятого поколения: WiMAX, LTE и 5g.

Сети мобильной связи с технологией WiMAX(релиз 1.5) предназначены для предоставления сервисов как неподвижным, так и подвижным пользователям. Мобильный WiMAX поддерживает ширину канала до 20 МГц, как частотное, так и временное дуплексирования. Его частотные профили планируются в диапазонах 700, 1700, 2300, 2500 и 3500 МГц. Мобильный WiMAX обеспечивает «гладкую IP - сеть» (от края до края) [1,4].

Следующим шагом эволюции систем 3GPP, являются системы Long Term Evolution (LTE). Их отличает технология OFDMA в нисходящем канале и SC-FDMA – в восходящем. Модуляция – до 64-QAM, ширина канала – до 20 МГц, дуплексирование TDD и FDD. Применяются адаптивные антенные системы, гибкая сеть доступа. Сетевая архитектура - полностью IP–сеть. В системе LTE применяются технологии и методы, уже используемые в мобильном WiMAX. Системы LTE – это революционное улучшение 3G. LTE представляет собой переход от систем CDMA к системам OFDMA, а также переход к полностью IP–системе с коммуникацией пакетов. Поэтому внедрение этой технологии на существующих сетях мобильной связи означает необходимость новых радиочастотных ресурсов для получения преимущества от широкого канала[1].

Мобильный WiMAX представляет собой гладкую IP-сеть, сеть LTE сложнее. Если сеть WiMAX основывается полностью на IP-протокола IEEE, то сеть LTE сложнее, включает более протоколов.

5g - это пятое поколение мобильной интернет-связи, которое увеличит скорость скачивания (в 10-20 раз) и загрузки интернет-контента, расширит радиус покрытия сигнала и обеспечит более устойчивое соединение. Технология позволит более рационально использовать диапазон частот и даст возможность одновременно подключать к интернету гораздо больше мобильных устройств.

Единые стандарты протоколов 5G пока не утверждены, но ясно, что они нуждаются во внедрении совершенно новых технологий. Сети стандарта 5G необходимо разворачивать в свободных высокоча-

 ©| *V. M. Bezruk, Y. V. Skoryk, V. A. Vlasova, U. N. Koltun 2019*

стотных диапазонах. При повышении частоты, на которой передается информация, уменьшается дальность связи, а также большее значение играют физические препятствия на пути сигнала. Увеличится число вышек сотовой связи, которые станут ниже к земле и передавать сигнал на так называемых миллиметровых диапазонах. Также используется намного больше передатчиков и приемников. Это обеспечит гораздо более высокую плотность использования сетей. Но это требует больших затрат [5].

Показатели качества рассмотренных технологий МС носят конкурирующий характер. Поэтому необходимо применять методы многокритериальной оптимизации для выбора предпочтительного варианта технологий МС.

В табл. 1 представлены исходные значения показателей качества для различных стандартов сотовой сети связи: спектральная эффективность (нисходящий канал) – K_1, радиус действия – K_2, скорость передачи данных – K_3.

Таблица 1 – Исходные данные для сравнительного анализа сетей мобильной связи четвертого и п'ятого поколения

Показатели качества	WiMAX Релиз 1.5	LTE	5g
Спектральная эффективность, бит/Гц/с	1,59	1,57	4,53
Радиус действия, км	10	5	0,2
Скорость передачи данных бит/с	48×10^6	75×10^6	10^9

Выбор предпочтительной технологии мобильной связи методом анализа иерархий. Метод анализа иерархий состоит в декомпозиции проблемы выбора единственного проектного варианта некоторой системы на простые составляющие части и получении суждений экспертов по парным сравнениям различных элементов проблемы выбора [1-3].

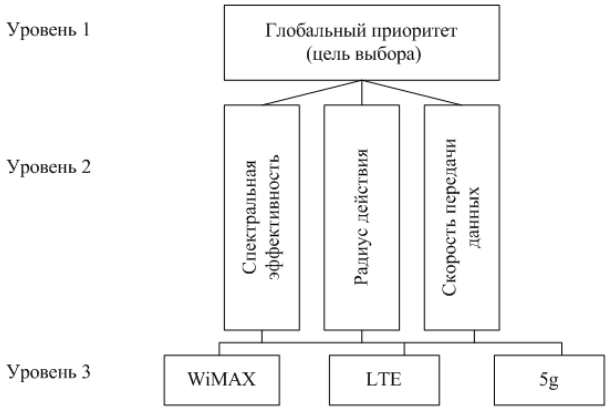


Рисунок 1. Декомпозиция задачи выбора в иерархию технологий сетей мобильной связи

В результате обработки полученных численных данных суждений экспертов согласно определенной математической процедуры получают компоненты глобального вектора приоритетов, которые характеризуют приоритетность выбора вариантов проектируемой системы и определяют выбор единственного проектного варианта системы из заданного множества вариантов. Принцип декомпозиции предусматривает структурирование проблемы выбора в виде иерархии уровней, что является первым этапом применения МАИ. Принцип сравнительных суждений экспертов в МАИ состоит в том, что объекты проблемы выбора сравниваются экспертами попарно по важности. Попарно сравниваются важности разных вариантов систем (на уровне 3) и разных показателей качества (на уровне 2). Результаты парных сравнений элементов приводятся к матричной форме.

$$A=\begin{pmatrix} a_{11}\dots a_{1j}\dots a_{1n} \\ a_{21}\dots a_{2j}\dots a_{2n} \\ \dots\dots\ a_{ij}\ \dots\dots \\ a_{n1}\dots a_{nj}\dots a_{nn} \end{pmatrix} \qquad (1)$$

где a_{ij} – оценки парных сравнений элементов.

Диагональ этой матрицы заполнена значениями "1", а элементы матрицы, лежащие ниже диагонали, заполнены обратными значениями.

Оценки парных сравнений элементов a_{ij} находятся с использованием субъективных суждений экспертов, численно определяемых по шкале относительной важности элементов [1,2].

Далее выполняется некоторая обработка матриц парных сравнений элементов иерархий на уровнях 2 и 3. С математической точки зрения эти задачи обработки сводятся к вычислению главного собственного вектора, который после определенной нормировки становится вектором приоритетов элементов на соответствующем уровне иерархии .

Для вычисления вектора глобальных приоритетов сравниваемых вариантов системы выполняется обработка матриц парных сравнений альтернатив. Вычисляются компоненты главного собственного вектора V_j матрицы (1) и вектора приоритетов P_j на каждом уровне иерархии согласно соотношениям

$$P_j=\frac{V_j}{S},\ V_j=\sqrt[n]{\prod_{i=1}^{n}a_{ij}},\ S=\sum_{j=1}^{n}V_j,\ j=\overline{1,n} \qquad (2)$$

где n – число показателей качества.

С использованием этих данных вычисляются значения компонентов вектора глобальных приоритетов $\vec{C}$

$$C_j=\sum_{i=1}^{n}P_iQ_{ij} \qquad (3)$$

По максимальному значения компонентов вектора глобальных приоритетов (3) выбирается единственный предпочтительный вариант системы.

Результаты выбора технологии мобильной связи методом анализа иерархий. Для удобства было проведено преобразование данных табл.1. В частности, выполнены операции нормирования показателей к максимальным значениям

$$K_{i\text{н}}=\frac{K_i}{K_{i\max}} \qquad (4)$$

В табл. 2 приведены преобразованные значения показателей качества технологий мобильной связи. Для рассмотренных технологий на основе суждений экспертов сформированы матрицы парных сравнений указанных показателей качества и вариантов технологий по отношению к показателям качества.

Таблица 2 – Преобразованные значения показателей качества

Показатели качества	WiMAX Релиз 1.5	LTE	5g
K_1	0,351	0,347	1
K_2	1	0,5	0,02
K_3	0,048	0,075	1

В табл. 3 приведены вычисленные значения компонент вектора приоритетов вариантов технологий по отношению к каждому показателю качества, а также компоненты вектора глобальных приоритетов.

Таблица 3 – Результаты вычисления компонент глобального вектора приоритетов

МС	P_1	P_2	P_3	C
Спектральная эффективность, бит/Гц/с	0,078	0,729	0,059	0,112
Радиус действия, км	0,172	0,188	0,165	0,092
Скорость передачи данных бит/с	0,75	0,082	0,776	0,72
P	0,205	0,073	0,722	

Максимальному значению компонент вектора глобальных приоритетов $\vec{C}$ соответствует наиболее предпочтительный вариант технологии мобильной связи – технология 5g со скоростью передачи данных 1Гбит/с, спектральной эффективностью 4,53 бит/Гц/с, радиусом действия базовой станции 200м.

Выводы. Рассмотрены практические особенности применения МАИ для определения предпочтительного варианта технологии мобильной связи с учетом трех технико-экономических показателей качества и суждений экспертов. В результате опроса экспертов были построены матрица парных сравнений для совокупности показателей качества, а также матрицы парных сравнений технологий мобильной связи в отдельности по отношению к выбранным показателям качества. После соответствующей обработки получены их собственные векторы и вектор глобальных приоритетов, по компонентам которого выбран единственный предпочтительный вариант технологии мобильной связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безрук В.М., Чеботарева Д.В., Скорик Ю.В. Многокритериальный анализ и выбор средств телекоммуникаций. – Харьков: ФОП Коряк С.Ф., 2017. – 268 с.
2. Безрук В.М., Пономаренко Н.Н., Скорик Ю.В. Анализ эффективности методов многокритериального выбора предпочтительного варианта средств телекоммуникаций [Електронний ресурс] // Проблеми телекомунікацій. – 2015. – № 1 (16). – С. 42 - 53. – Режим доступу до журн.: http://pt.journal.kh.ua/2015/1/1/151_bezruk_analysis.pdf
3. Saaty T.L. The Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw Hill, 1980.
4. Безрук В.М., Скорик Ю.В. Применение метода анализа иерархий при выборе средств телекоммуникаций с учетом совокупности показателей качества // Радиоэлектроника и информатика. – Харьков: ХНУРЭ. – 2013. – С. 24 – 29.

REFERENCES

1. Bezruk,V.M., Chebotareva D.V., Skoryk,Y.V. Multicriteria analysis and choice of means of telecommunications. – Kharkov: НОР Коryк S.H., 2017. – 268 c.
2. Bezruk,V.M., Ponomarenko N.N., Skoryk,Y.V. Analysis of the effectiveness of the methods of multicriteria selection of the preferred variant of telecommunication devices // Problemu telecomunicatiy. – 2015. – № 1 (16). – C. 42 - 53. – http://pt.journal.kh.ua/2015/1/1/151_bezruk_analysis.pdf
4. Bezruk,V.M., Skoryk,Y.V. Application of hierarchy analysis method for choosing telecommunication devices taking into account the aggregate of quality indicators. Radioelektronika i informatika. Kharkov: Khnure, 24-29.

Comparative analysis and selection of the preferred fourth and fifth generation mobile communication technology

V. M. Bezruk, Y. V. Skoryk, V. A. Vlasova, U. N. Koltun

Abstract. A comparative analysis of mobile communication networks of the fourth and fifth generation has been carried out. The theoretical and practical peculiarities of the choice of the preferred mobile communication technology are considered, taking into account the aggregate of quality indicators based on the hierarchy analysis method.

Keywords: *multi-criteria choice, hierarchy analysis method, fifth generation of mobile communication, quality indicators.*

Дослідження методики передачі інформації в безпроводових сенсорних мережах між інтелектуальними сенсорними датчиками

Н. М. Довженко[1], І. П. Саланда[2], А. О. Барабаш[3], М. О. Коваль[4]

[1] Державний університет телекомунікацій, м.Київ, Україна
[2] Обласна гуманітарно-педагогічна академія імені Тараса Шевченка, м.Кременець, Україна
[3]Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м.Київ, Україна
[4] КНУ імені Тараса Шевченка, м.Київ, Україна
Corresponding author. E-mail: nadezhdadovzhenko@gmail.com

Paper received 19.01.19; Accepted for publication 26.01.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-09

Анотація. В матеріалах дослідження отримала подальший розвиток методика передачі інформації між інтелектуальними сенсорними вузлами, яка на відміну від раніше описаних та досліджених ґрунтується на побудові графу на площині. В даній методиці не передбачено використання «прикордонних ефектів», що виникають через теоретичну близькість сенсорних вузлів. Запропонована методика дозволяє адекватно відображати стан передачі інформації між сусідніми інтелектуальними вузлами та з більш високою достовірністю розпізнавати відмови та наявність завад в сенсорній мережі.

Ключові слова: *сенсорна мережа, інформаційні технології, інтелектуальні датчики, маршрутизація, збої.*

Вступ. Стрімкий прогрес в сфері мікросхем призвів до інтенсивних розробок в новому класі мереж. Сучасні сенсорні мережі представлені надзвичайно універсальними мережами, які можуть бути розгорнуті для будь-якої сфери людської життєдіяльності. Вони здатні підтримувати значну кількість додатків, незалежно від того складаються вони із стаціонарних датчиків чи віддалених інтелектуальних сенсорних вузлів. Якщо кінцеве завдання мережі – це дослідження та моніторинг навколишнього середовища, то і вузли будуть розгортатися таким чином, щоб виконувати поставлені завдання.

У програмах, що пов'язані із охороною здоров'я, інтелектуальні сенсорні датчики можуть бути впроваджені в людський організм та постійно ретранслювати дані до центрів обробки, фіксуючи навіть непомітні на перший погляд ознаки пацієнта.

Після розгортання мережі, вузли здатні самоорганізовуватися в автономну мережу, яка потребує мінімального втручання. Проте головним залишається завдання по збору даних з вузлів, обробка даних та передача інформації до головних серверів обробки даних.

Короткий огляд публікацій по темі. Результати попередніх досліджень показали, що наявність ретранслювання великої кількості показників через вузли призводить до зменшення функціональної стійкості мережі, та збільшення кількості відмов. Разом з тим, існують певні обмеження щодо відстаней для передачі інформації по безпроводовим каналам зв'язку. В більшості випадків сенсорна мережа будується із заздалегідь визначеними та описаними функціями. Проте виникають ситуації, коли до складу мережі може бути доданий новий компонент, ряд функцій якого повинні бути чітко визначені. Розглядаючи сенсорну мережу в цілому, та окремі її складові, необхідно звернути увагу і на канали зв'язку, що будуть побудовані між окремо взятими сенсорними вузлами. Адже, як відомо, реконфігурація системи передачі інформації між вузлами та ретранслювання повідомлень засновані на виборі та побудові оптимального маршруту для передачі повідомлення, а також на введені критеріїв ефективності та мінімізації втрат масивів даних.

Під ефективністю сенсорної мережі розуміють властивість системи виконувати ряд функцій та задач в певних лаконічних умовах, і при умові збереження якості. Тому, до критеріїв, які визначають ефективність функціонування системи відносять: принцип мінімальних втрат, якість, продуктивність, швидкість, точність, функціонування та способи використання.

Мета. Метою статті є дослідження методики передачі інформації між інтелектуальними вузлами в безпроводових сенсорних мережах на основі побудови графа на площині.

Матеріали і методи. Для досягнення поставленої мети використанні наступні методи дослідження: теорії інформації та кодування, методи завадостійкого кодування, теорії складних систем, теорії побудови великих систем на основі обчислювальної техніки.

Результати та їх обговорення. Деякі мережеві топології, такі як зірка або дерево, допускають лише один маршрут між будь-якими двома сенсорними вузлами. Очевидно, що в таких мережах багатозв'язність неможлива. Але навіть проста топологія, наприклад, двонаправлене кільце забезпечує більше одного маршруту, що можуть існувати між будь-якою парою вузлів.

На практиці часто створюються резервні посилання, щоб забезпечити стійкість до відмов каналу зв'язку. Пошук оптимального маршруту від відправника до одержувача є однією з найпоширеніших завдань маршрутизації, як в звичайних мережах, так і в сенсорних мережах.

Зазвичай обрано машрут, який найкращим чином відповідає певній метриці. Наприклад - затримка передачі, споживання енергії, та ін. Цей маршрут може бути використаний для передачі всіх повідомлень від відправника до одержувача, до момента поки не відбудеться подія, яка порушить роботу. Це може бути збій вузла або з'єднання, повторний аналіз інших маршрутів [1].

Далі здійснюється передача даних, і в більшості випадків по одному маршруту. В цьому випадку є певні переваги. Для безперервних потоків даних, та-

 ©| *N. M. Dovzhenko, I. P. Salanda, A. O. Barabash, M. O. Koval 2019*

ких як голос або потоки мультимедіа, єдиний маршрут забезпечує передбачувані параметри зв'язку, такі як затримка та пропускна здатність, і таким чином уникає джитерів.

Проте, у мережах з високою ймовірністю відмов, запуск окремої процедури встановлення маршруту вводить довгі затримки при виникненні помилки. Швидке переключення на маршрут резервного копіювання запобігає цьому, але вимагає можливості швидко знайти альтернативний маршрут. Тому деякі схеми маршрутизації одночасно підтримують декілька маршрутів, наприклад OSPF, або динамічна побудова обхідного маршруту навколо місця відмови [2].

Використання декількох маршрутів одночасно для передачі або одного повідомлення, або потік даних часто не є вигідним. Навіть якщо існує кілька маршрутів, вони можуть збігатися на деякому вузлі. Цей вузол стає вузьким місцем для передачі даних, а стійкість цієї передачі лише частково збільшується.

Від'єднання вузлів маршрутів і подібних незв'язаних маршрутів може забезпечити збільшення пропускної здатності та кращу стійкість серед інших переваг, ніж один маршрут.

В даному дослідженні, ми розглянемо побудову сенсорної мережі у вигляді графа на площині, де вершини являють собою сенсорні вузли, кожен з яких знаходиться в своєму окремому місці, а ребро існує між двома вершинами, якщо відповідні вузли можуть спілкуватися через (безпроводові) посилання.

Для простоти часто передбачається, що ці ланки є симетричними, а діапазон зв'язку рівний для всіх вузлів. Зазвичай модель розгортання для мереж датчиків вважається випадковою, тобто вузли розподілені випадковим чином на площині в обмеженій області, наприклад, квадрат або кола [3].

Найчастіше передбачається рівномірний випадковий розподіл. Цей розподіл робить найменші припущення щодо розгортання в реальному світі, і, отже, можна сподіватися, що ця модель надає корисну інформацію про великий клас реальних мереж. Хоча ці припущення розтягують практичні властивості сенсорних мереж, вони дають корисну абстракцію для виконання розрахунків та моделювання таких мереж. Одним з найважливіших аспектів є зв'язок таких графів. У сенсорній мережі бажано, щоб всі вузли містилися в одній великій пов'язаній складовій графа.

Це означає, що існує маршрут між кожною парою цих вузлів. Ізольовані вузли або малі пов'язані компоненти небажані, оскільки ці вузли не можуть співпрацювати з іншими вузлами, і вони можуть не мати можливості спілкуватися з базовою станцією. Оцінюючи умови, при яких бездротова мережа пов'язана з високою ймовірністю складно. Зокрема, необхідний діапазон передачі отримується для заданої щільності (кількість вузлів на одиницю площі), і, навпаки, якщо заданий діапазон передачі, то можна отримати необхідну щільність [4].

Оскільки ми розглядаємо сенсорні мережі, які працюють з інтелектуальними датчиками, зацікавлені в передачі інформації з максимально малою ймовірністю помилки. Тому, узагальнена модель сенсорної мережі буде представлена у вигляді неорієнтованого графа $G(V,E)$, $v_i \in V, e_{ij} \in E, ij] = 1, \dots, N$, що описується матрицею суміжності S.

$$S = \left|\left|s_{ij}\right|\right|, s_{ij} = \begin{cases} 1, \text{при } e_{ij} \in E \\ 0, \text{при } e_{ij} \notin E \end{cases} \quad (1)$$

де V – множина вершин графа, E – множина ребер графа.

У графі $G(V,E)$, вершинам графа v_i відповідають сенсорні вузли мережі, а ребрам графа e_{ij} – лінії зв'язку між сенсорами. Враховуючи особливості побудови сенсорних мереж, деякі зв'язки і відповідні їм елементи s_{ij} необхідно зафіксувати. $s_{ij} = 0$ – для умови відсутності петель у графі; $s_{ij} = 1$ – для існуючих, побудованих раніше зв'язків, що використовуються (i,j). Залишок елементів s_{ij} визначається як булеві змінні $x_i \in \{0,1\}, i = 1 \dots k$, де k –число незафіксованих змінних s_{ij}. Для графа, що описує модельний приклад сенсорної мережі, матриця суміжності має вигляд матриці (2).

Таким чином, матриця суміжності S має симетричний вигляд $s_{ij} = s_{ji}$. Індекси змінних x_i також не проставлені для більшої наочності. При такому описі задача синтезу структури сенсорної мережі трансформується в третій етап, який буде описано нижче – це побудова графа зв'язності.

$$S = \begin{vmatrix} 0 & 1 & x & x & x & 0 & x & x & x & x & x & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & x & x & x & 1 & x & x & x \\ x & 1 & 0 & x & x & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ x & 1 & x & 0 & x & x & x & x & x & 1 & 1 & 1 \\ x & 1 & x & x & 0 & x & x & x & x & x & x & x \\ 0 & x & 1 & x & x & 0 & x & x & x & x & 0 & 0 \\ x & x & 1 & x & x & x & 0 & 1 & 0 & x & x & x \\ x & x & 1 & x & x & x & 1 & 0 & x & x & x & x \\ x & 1 & 1 & x & x & x & 0 & x & 0 & x & x & x \\ x & x & 0 & 1 & x & x & x & x & x & 0 & x & x \\ x & x & 0 & 1 & x & 0 & x & x & x & x & 0 & x \\ 0 & x & 0 & 1 & x & 0 & x & x & x & x & x & 0 \end{vmatrix}$$

(2)Розглянемо три дерева R_1, R_2, R_3 визначають три різні маршрути проходження повідомлення між інтелектуальними сенсорними вузлами A та B (рис.1).

В даному випадку, тільки пари AR_1B, AR_2B і AR_1B, AR_3,B незв'язані між собою, тоді як AR_2B, AR_3B мають площу перекриття. Незважаючи на подібне накладання, маршрут AR_3B не знижує достовірність передачі інформації. Дещо збільшується навантаження на мережу та змінюється пропускна здатність, адже всі вузли приймають участь в передачі інформації.

Для сенсорних мереж, які складаються із інтелектуальних сенсорних вузлів, ми зацікавлені в передачі інформації з максимально малою ймовірністю помилки.

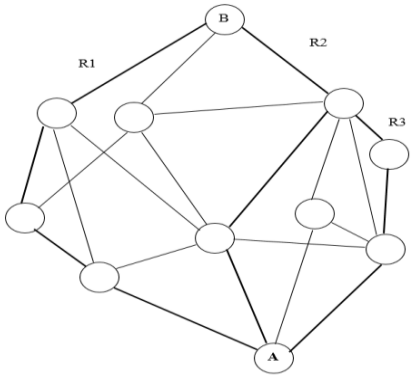


Рис. 1. Граф структури сенсорної мережі

Таким чином, розділяючи потоки масивів даних на декілька частин і передаючи їх по різних маршрутах, досягається значне збільшення пропускної здатності мережі в цілому. При цьому нехтуються ефекти, що виникають у віддалених вузлах. Незважаючи на те, що маршрути можуть накладатися чи збігатися, пропускна здатність однозначно зростає. Достовірність інформації може бути збільшена за рахунок передачі повідомлень декількома копіями незалежними маршрутами, і при умові, якщо буде виконуватися мінімум середніх втрат [5].

Важливо відмітити, що всі дані передаються порівняно невеликими пакетами. Впроваджено саме для трафіку сигналів управління і моніторингу в сенсорних мережах. Ще однією важливою особливістю є обов'язкове отримання підтвердження про успішну доставку повідомлень [6].

Перехід приймача сенсорної мережі в активний стан триває близько 10-15 мс, а підключення до самої мережі - від 30 мс. При цьому тривалість реконфігурації і підключення пристроїв залежить від нормальності процесу «слухання» маршрутизаторами всієї мережі.

Висновок. Дослідження процесу передачі масивів даних між інтелектуальними сенсорними вузлами є виключно важливим етапом розгортання та побудови мережі. З представленого дослідження видно, що побудова графу на площині допоможе передбачити декілька альтернативних шляхів, якими будуть передаватися пакети між інтелектуальними вузлами.

Із урахування цього, заздалегідь можна передбачити і навантаження мережі, і розділити потоки інформації. Це призведе до збільшення продуктивності мережі вдвічі, а також до зменшення кількості відмов.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гераймчук М.Д., Івахів О.В., Паламар М.І., Шевчук Б.М. Основи побудови перспективних безпроводових сенсорних мереж. Монографія. – К.: ЕКМО, 2010. – 124 с.
2. Fasolo E., Rossi M., Widmer J., Zorzi M. In-network aggregation techniques for wireless sensor networks: a survey. IEEE Trans. Wireless Commun, 2007. – Vol. 14, No. 2. – Pp. 70 – 87.
3. Marcelloni F., Vecchio M. A simple algorithm for data compression in wireless sensor networks. Communications Letters, IEEE, 2008, 12.6. – Pp. 411-413.
4. Kasirajan, Priya, Carl Larsen, and Sarangapani Jagannathan. A new data aggregation scheme via adaptive compression for wireless sensor networks. ACM Transactions on Sensor Networks (TOSN), 2012. – Vol. 9, No. 1. – Pp. 5.1-5.26.
5. Довженко Н.М. Аналіз методів підвищення пропускної здатності сенсорних мереж та способів забезпечення достовірності інформації / Н.М. Довженко // Сучасний захист інформації. – 2018. – Вип №3 (35). – С.58-63
6. Довженко Н.М. Розробка математичної моделі динаміки функціонування сенсорної мереж / Н.М. Довженко, О.В.Барабаш, М.О.Коваль // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К.: ВІКНУ, 2017. – Вип. № 58. – С. 74 – 80.

REFERENCES

1. Heraimchuk MD, Ivakhiv OV, Palamar M.I., Shevchuk B.M. Basics of building perspective wireless sensor networks. Monograph. - K .: EKMO, 2010. - 124 p.
5. Dovzhenko N. M. Analysis of methods for increasing bandwidth sensory networks and ways to ensure the reliability of information / N. M. Dovzhenko // Modern protection of information. - 2018. - No. 3 (35). - p.58-63
6. Dovzhenko N. M. Development of mathematical model of dynamics of functioning of sensor networks / N. M. Dovzhenko, O.V.Barabash, M.O.Koval // Collection of scientific works of the Military Institute of the Taras Shevchenko National University of Kyiv. - K .: VIKNU, 2017. - Vip. No. 58. - P. 74 - 80.

Investigation of the method of transmission of information in wireless sensor networks between intelligent sensor nodes

N. M. Dovzhenko, I. P. Salanda, A. O. Barabash, M. O. Koval

Abstract. The method of transferring information between intelligent sensor nodes has been further developed. Unlike the existing, it's based on the construction of a graph on a plane. This technique does not foresee the use of «boundary effects» that arise due to the theoretical closeness of the sensor nodes. The proposed technique allows to adequately reflect the state of the transfer of information between neighboring intelligent nodes and with higher reliability to recognize the failures and the presence of interference in the sensor network.

Keywords: *sensor network, information technologies, intelligent sensor nodes, routing, failures.*

Проблеми безпеки у функціонально стійких бездротових сенсорних мережах

А. В. Собчук[1], А. О. Барабаш[2], Ю. В. Кравченко[1], М. О. Коваль[1]

[1]КНУ ім.Тараса Шевченка
[2]Національний технічний університет України "Київський політехнічний @інститут імені Ігоря Сікорського
Corresponding author. E-mail: anri.sobchuk@gmail.com, andrew.barbsh@gmail.com

Paper received 25.01.19; Accepted for publication 06.01.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-10

Анотація. У роботі досліджено основні вимоги та критерії інформаційної безпеки для функціонально стійких бездротових сенсорних мереж. Розглянуто основні загрози та види атак на бездротові сенсорні мережі відповідно до кожного з рівнів функціонування мережі. Розглянуто підходи, що дозволяють підвищити показники функціональної стійкості нівелюючи основні загрози інформаційної безпеки.

Ключові слова: *бездротова сенсорна мережа, безпека, функціональна стійкість.*

Вступ. За останнє десятиріччя широкого поширення набули бездротові сенсорні мережі (БСМ). Бездротова сенсорна мережа являє собою розподілену систему збору, зберігання і обробки інформації [1]. Для забезпечення безперервного надійного функціонування сенсорної мережі в автономному режимі на тривалих термінах експлуатації пропонується забезпечити в системі властивість функціональної стійкості. В цьому випадку система буде нечутливою до зовнішніх та внутрішніх дестабілізуючих чинників, виконувати основні функції моніторингу зовнішнього середовища та передачі сукупності параметрів до центральної станції обробки і аналізу інформації [2]. На сьогодні особливо актуальним є питання безпеки і конфіденційності даних у БСМ. Головна відмінність бездротових мереж від проводових пов'язана з неконтрольованою областю передачі даних між кінцевими точками мережі. Це дає змогу зловмисникам, що перебувають в безпосередній близькості від бездротових структур, завдавати атаки, які були неможливими у проводових типах мереж[3].

Аналіз публікацій та відомих положень існуючої теорії функціональної стійкості виявив, що було сформульовано та доведено загальну відмінність стійкості функціонування від функціональної стійкості: стійкість функціонування характеризує поведінку координат незбуреного та збуреного руху системи, а функціональна стійкість характеризує відхилення основних функцій систем під час впливу на неї зовнішніх та внутрішніх дестабілізуючих факторів [4].

Питання функціонування існуючих протоколів в бездротових мережах розглядаються багатьма вченими. Проблеми забезпечення енергоефективності вирішувались у [5,6]. Типи атак та вплив кожної з них на сенсорні мережі досліджували в [7]. Аналіз загроз та механізмів забезпечення інформаційної безпеки в бездротових сенсорних мережах досліджувався в роботі [8].

Однак дані роботи не в повній мірі розглядають загрози інформаційної безпеки відповідно до кожного рівня функціонування мережі з точки зору теорії функціональної стійкості.

Матеріали та методи. Матеріальним підґрунтям для аналізу стали фахові збірники наукових праць.

Мета. Метою роботи є аналіз існуючих проблем безпеки БСМ на кожному з рівнів функціонування, огляд існуючих методів протидії для забезпечення надмірності: структурної, часової, інформаційної, функціональної, навантажувальної і т.д.. **Результати та їх обговорення.** Теорія функціональної стійкості (ФС) складних систем дозволяє забезпечити найбільшу ефективність системи в умовах впливу на неї дестабілізуючих чинників.

Виділяється три рівні забезпечення ФС: концептуальний, системно-функціональний, організаційно-технічний.

Концептуальний рівень визначає комплекс завдань, пов'язаних з розробкою структури та визначенням вмісту такої концепції, а саме: 1) визначення комплексу властивостей, складових ФС; 2) формування системи показників і критеріїв ФС; 3) обґрунтування вимог до ФС; 4) визначення видів загроз порушення працездатності системи і можливих сценаріїв впливу загроз різних видів; 5) організація протидії загрозам порушення працездатності систем.

Системно-функціональний рівень. Система забезпечення ФС повинна створюватися на етапі проектування БСМ і враховувати особливості побудови і функціонування останньої в умовах впливу дестабілізуючих факторів. Ця обставина вимагає розробки комплексної моделі функціонування БСМ. Така модель в загальному вигляді може бути представлена як: $G = I, \mu$, де I – модель БСМ; μ – модель впливу дестабілізуючих факторів [4].

Узагальнена функціональна архітектура сенсорної мережі визначає функціональні компоненти мережі та зв'язки між ними, які повинні бути присутні у мережі, розподіл обов'язків між елементами для підтримки функцій мережі – як зовнішніх, так і внутрішніх.

Так як, однією з функцій БСМ є збір та аналіз даних, архітектура БСМ ґрунтується на еталонній моделі OSI. Однак, на практиці мережева взаємодія елементів БСМ реалізується на п'яти рівнях функціонування: прикладному, транспортному, мережевому, рівні передачі даних та фізичному рівні. Також прийнято виділяти три допоміжні рівні функціонування, що виконують суміжні функції, а саме: рівень управління енергоресурсами, рівень управління даними / процесами, рівень управління мобільністю.

Існують певні архітектурні відмінності між найбільш поширеними моделями: OSI, WLAN і WSN(БСМ), що представлені в таблиці 1 [10].

Таблиця 1. Порівняльна таблиця рівнів функціонування моделей OSI, WLAN та WSN (БСМ)

WSN(БСМ)	WLAN	OSI
БСМ прикладний рівень	Прикладні програми	Прикладний рівень
БСМ проміжне програмне забезпечення	Проміжне програмне забезпечення	Рівень представ-влення даних
-	Сокетний API	Сеансовий рівень
БСМ транспортні протоколи	TCP/UDP	Транспортний рівень
БСМ прото-коли маршру-тизації	IP	Мережевий рівень
Контроль помилок передачі, БСМ MAC протоколи	WLAN адаптери та драйвери, WLAN MAC протоколи	Рівень передачі даних
Приймач-передавач	Приймач-передавач	Фізичний рівень

На основі вище наведених даних доцільно дослідити кожен з рівнів функціонування БСМ для забезпечення максимальних показників функціональної стійкості мережі. З точки зору інформаційної безпеки - це досягнення конфіденційності даних, їх цілісності та доступності даних.

Для БСМ це означає, що різні режими функціонування елементів мережі дозволяють використовувати інформаційні ресурси відповідно до правил, встановлених політикою безпеки. Однак, на сьогодні існує багато видів загроз, кожну з яких потрібно розглядати на окремому рівні функціонування мережі.

Таблиця 2. Види атак на кожен з рівнів БСМ та способи протидії ним

Рівні	Види атак	Способи захисту
Фізичний	Створення перешкод	Розподіл спектру, пріоритетність повідомлень, топографічна розмітка, зміни режиму
Передачі даних	Колізії, виснаже-ння ресурсів ме-режі, фальсифі-кація даних	Вдосконалення ПЗ, зменшення розміру кадрів, обмеження вхідного/вихі-дного трафіку
Мереже-вий	HelloFlood Attack; Атака «бездонна воронка» (Sink Hole Attack); Атака «Червото-чина» (WormHole Attack); вибіркова розсилка (Selec-tive Forwarding / GreyHole); «Зача-роване» атака (Sybil Attack); Атака «Чорна діра »(Black Hole Attack), сфальси-фіковані (Spoo-fed),змінена (Altered) або пов-торена (Replayed) інформація про маршрутизації.	Фільтрація трафіку,налаш-тування базової антен-тифікація та моніторинг, виявлення надмірностей в передачі даних, резер-вування каналу передачі,навігація передачі пакетів за допомогою географічного розташування, перевірка дво-направлених посилань
Транс-портний	Десинхронізація, Dos, DDoS, Flooding	Автенти-фікація (в т.ч. двофакторна)

Слід зазначити, що прикладний рівень та типи атак на нього охоплює широкий спектр задач інформаційної безпеки, що слід розглядати окремо, в залежності від ПЗ, ОС та багатьох інших компонентів мережі.

Забезпечення функціональної стійкості відбувається в три етапи [2]:

- виявлення позаштатної ситуації
- локалізація позаштатної ситуації
- відновлення функціонування систем з обмеженими можливостями

Реалізація функціональної стійкості досягається застосуванням у складній технічній системі різних уже існуючих видів надмірності (структурної, часової, інформаційної, функціональної, навантажувальної та ін.) шляхом перерозподілу ресурсів з метою парирування наслідків позаштатних ситуацій [9].

Найбільш поширеними типами атак на сьогодні є атаки на мережевий та транспортний рівні функціонування БСМ. Розглянемо більш детально дестабілізуючі фактори впливу на кожен з них.

Транспортний рівень. В залежності від розміру мережі варіюється її здатність до захисту від таких дестабілізуючих факторів, як DOS-атаки. Багатоканальні алгоритми, в таких ситуаціях, забезпечують кращий захист, у випадку великого розміру мережі, *створюючи необхідну надмірність* (надлишкові шляхи передачі сигналу). Багатоканальний (багатопотоковий) підхід виявляється найменш ефективним для малих мереж, в яких кожен вузол має малу кількість сусідів та альтернативних шляхів до базової станції [11].

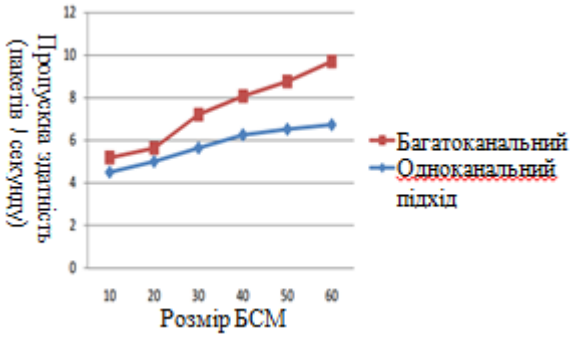


Рис. 1. Значення пропускної здатності БСМ за використання багато- та одноканального підходу передачі даних

Мережевий рівень. Загалом, методи виявлення атак можна розділити на дві основні категорії, а саме: централізовані та розподілені. Кожен з них є більш пріоритетним в залежності від типу розташування вузлів БСМ: локального чи мобільного. Локальне

розташування вузлів не передбачає зміни їх місця розташування, що дозволяє відслідковувати їхній стан та заздалегідь прогнозувати можливі дестабілізуючі фактори. В той же час мобільна БСМ дозволяє скорегувати необхідні обчислювальні ресурси та покривати значно більшу площу поширення. Саме останній тип БСМ є більш вразливим з точки зору інформаційної безпеки та стабільного функціонування в цілому.

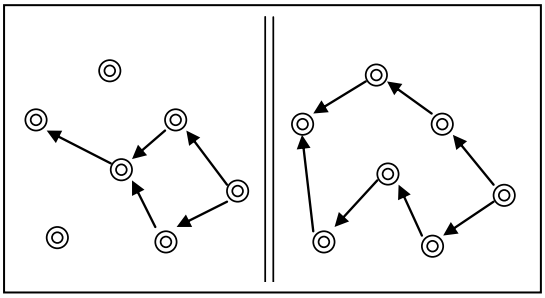


Рис. 2. Візуальна схема багато- та одноканального підходу передачі даних

Мережевий рівень. Загалом, методи виявлення атак можна розділити на дві основні категорії, а саме: централізовані та розподілені. Кожен з них є більш пріоритетним в залежності від типу розташування вузлів БСМ: локального чи мобільного. Локальне розташування вузлів не передбачає зміни їх місця розташування, що дозволяє відслідковувати їхній стан та заздалегідь прогнозувати можливі дестабілізуючі фактори. В той же час мобільна БСМ дозволяє скорегувати необхідні обчислювальні ресурси та покривати значно більшу площу поширення. Саме останній тип БСМ є більш вразливим з точки зору інформаційної безпеки та стабільного функціонування в цілому.

Однією з найпоширеніших атак на БСМ є атака реплікації (підробки) вузла. Особливо уразливими до даного виду загроз є мережі з мобільними вузлами. Після захоплення вузла зловмисник збирає всі облікові дані, такі як: ключі та ідентифікаційна інформація, тощо. Нападник може перепрограмувати його і реплікувати вузол, щоб прослухати передані повідомлення або поставити під загрозу функціональність мережі.

Метод визначення	Техноло-гія	Алгорит-мічна склад-ність методу	Алгоритмічна складність затрат обчис-лювальних ресурсів
SRPT	Speed based	O(n√n)	O(n)
A new protocol	Key based	O(n log n)	-
XED	Random number based	O(1)	O(4 • d • E|X|)
EDD	Node meeting based	O(1)	O(n)
SEDD	Node meeting based	O(n)	O(ζ)
UTLSE	Time location based	O(n)	O(√n)
MTLSD	Time location based	O(n)	O(√n)
Patrol Detection	Distanse based	O(n)	-
Theory and Approaches	Token based	O(n) & O(n • √k)	-
SHD	fingerprint	-	-
XED	Localized based	O(1)	O(n)
EDD	Localized based	O(1)	O(1)

Таблиця 3. Методи та необхідні ресурси для визначення атак реплікації на БСМ з мобільними вузлами [9].

Таким чином застосування методів визначення атак спрямованих на мережевий рівень, що мають найменшу асимптотичну складність забезпечує функціональну стійкість у три етапи: виявлення позаштатної ситуації, локалізація позаштатної ситуації, відновлення функціонування систем з обмеженими можливостями.

Висновки. У статті розглянуто головні загрози безпеки БСМ відповідно до кожного з рівнів функціонування, можливі методи протидії ним, що відповідають усім етапам забезпечення функціональної стійкості та необхідного рівня надмірності: структурної, часової, інформаційної, функціональної, навантажувальної.

ЛІТЕРАТУРА

1. Галкін П. В. Аналіз моделей та оптимізації збору інформації в бездротових сенсорних мережах [Електронний ресурс] / П. В. Галкін // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Режим доступу до ресурсу:http://journals.uran.ua/eejet/article/viewFile/28008/25490.
2. Собчук А.В. Математична модель функціонально стійкої безпровідної сенсорної мережі / А.В. Собчук, М.О. Коваль, Ю.В. Кравченко, О.В. Барабаш // Наукове періодичне видання «Системи управління, навігації та зв'язку». – Полтава: ПНТУ, 2017. – Вип. 6 (46). – С. 122 – 126
3. Щелконогов О. О. Забезпечення захисту бездротової системи контролю розкриття апаратури [Електронний ресурс] / О. О. Щелконогов // Автоматика, вимірювання та керування. – 2012. – Режим доступу до ресурсу:http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/21459/1/36-192-197.pdf.
4. Кравченко Ю. В. Визначення проблематики теорії функціональної стійкості щодо застосування в комп'ютерних системах / Ю. В. Кравченко, С. В. Нікіфоров. // Телекомунікаційні та інформаційні технології. – 2014. – №1. – С. 12–18.
5. Heinzelman, W.R. Energy-Efficient Communication Protocol for Wireless Microsensor Networks / W.R. Heinzelman,

A.Chandrakasan , and H.Balakrishnan // IEEE Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences. - 2000. - 1–10 pp.
6. Sohrabi, K. Protocols for Self-Organization of a Wireless Sensor Network / K. Sohrabi, J.Gao , V.Ailawadhi and G.J. Pottie // Personal Communications, IEEE. - October 2000. - Vol. 7. - N5. - 16–27 pp.
7. Баскаков С. С. Исследование способов повыше- ния эффективности маршрутизации по виртуаль- ным координатам в беспроводных сенсорных се- тях // Вестник МГТУ им. Баумана. Сер. Приборо- строение. 2009. № 2. С. 112–124
8. Аналіз загроз та механізмів забезпечення інформаційної безпеки в сенсорних мережах / [О. Г. Корченко, М. Б. Алєксандр, Р. С. Одарченко та ін.]. // Науково-практичний журнал "Захист інформації". – 2016. – С. 48–56.
9. Неділько С.М. Технологічні основи забезпечення функціональної стійкості автоматизованої системи управління повітряним рухом / С.М.Неділько, Г.Л.Бара-нов // Авиационно-космическая техника и технология. –Х.: "ХАІ", 2011. – No.9 (86). – С. 202 – 206.
10. Alkhatib A. Wireless Sensor Network Architecture / A. Alkhatib, G. Baicher. // International Conference on Computer Networks and Communication Systems. – 2012. – №12
11. Hubboub H. Denial of Service Attack in Wireless Sensor Networks [Електронний ресурс] / Huda Bader Hubboub. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: http://library.iugaza.edu.ps/thesis/92125.pdf.

REFERENCES

1. Halkin P. V. Analiz modeley ta optymizatsiyi zboru informatsiyi v bezdrotovykh sensornykh merezhakh [Elektronnyy resurs] / P. V. Halkin // Vostochno-Evropeyskyy zhurnal peredovykh tekhnolohyy. – 2014. – Rezhym dostupu do resursu:http://journals.uran.ua/eejet/article/viewFile/28008/25490.
2. Sobchuk A.V. Matematychna model′ funktsional′no stiykoyi bezprovidnoyi sensornoyi merezhi / A.V. Sobchuk, M.O. Koval′, YU.V. Kravchenko, O.V. Barabash // Naukove periodychne vydannya «Systemy upravlinnya, navihatsiyi ta zv'yazku». – Poltava: PNTU, 2017. – Vyp. 6 (46). – S. 122 – 126
3. Shchelkonohov O. O. Zabezpechennya zakhystu bezdrotovoyi systemy kontrolyu rozkryttya aparatury [Elektronnyy resurs] / O. O. Shchelkonohov // Avtomatyka, vymiryuvannya ta keruvannya. – 2012. – Rezhym dostupu do resursu:http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/21459/1/36-192-197.pdf.
4. Kravchenko YU. V. Vyznachennya problematyky teoriyi funktsional′noyi stiykosti shchodo zastosuvannya v komp″yuternykh systemakh / YU. V. Kravchenko, S. V. Nikiforov. // Telekomunikatsiyni ta informatsiyni tekhnolohiyi. – 2014. – №1. – S. 12–18.
7. Baskakov S. S. Yssledovanye sposobov povyshe- nyya éffektyvnosty marshrutyzatsyy po vyrtual′- nym koordynatam v besprovodnykh sensornykh se- tyakh // Vestnyk MHTU ym. Baumana. Ser. Pryboro- stroenye. 2009. № 2. S. 112–124
8. Analiz zahroz ta mekhanizmiv zabezpechennya informatsiynoyi bezpeky v sensornykh merezhakh / [O. H. Korchenko, M. B. Alyeksandr, R. S. Odarchenko ta in.]. // Naukovo-praktychnyy zhurnal "Zakhyst informatsiyi". – 2016. – S. 48–56.
9. Nedil′ko S.M. Tekhnolohichni osnovy zabezpechennya funktsional′noyi stiykosti avtomatyzovanoyi systemy upravlinnya povitryanym rukhom / S.M.Nedil′ko, H.L.Bara-nov // Avyatsyonno-kosmycheskaya tekhnyka y tekhnolohyya. – KH.: "KHAI", 2011. – No.9 (86). – S. 202 – 206.

Security problems in functional sustainable wireless sensor networks

A. V. Sobchuk

Abstract. The paper deals with main requirements and criteria for information security of functionally stable wireless sensor networks. It gives a detailed review of main threats and types of attacks on wireless sensor networks according to each of the levels of network operation. Approaches are considered that allow to increase indicators of functional stability, leveling out the main threats of information security.

Keywords: *wireless sensor network, security, functional stability.*

Functionally sustainable wireless sensor network technologies aspects analysis

***A. V. Sobchuk[1], V. V. Sobchuk[2], O. V. Barabash[3], I. Liashenko[3]**

[1]Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
[2]Lesya Ukrainka Eastern European National University, Lutsk, Ukraine
[3]State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine
[4]National Economic University named after Vadym Hetman, Kyiv, Ukraine
*Corresponding author. E-mail: anri.sobchuk@gmail.com

Paper received 25.01.19; Accepted for publication 02.02.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-11

Abstract. In the article wireless technologies of information transmission are considered and their comparative analysis is given, the main advantages and disadvantages are considered. The work is devoted to the systematization of wireless communication technologies in the context of the functional stability of the networks on which they are based. Since such networks can be created using various wireless technologies, they need to have the ability to self-organize, to ensure the network's stable operation and its target functions. At the same time, various network technologies provide various characteristics of their functioning (use of computing resources, energy consumption, speed and range of data transmission, etc.). Therefore, the choice of technology is primarily due to the tasks that the network must solve. Ensuring the functional stability of the network, regardless of the technologies used in its construction, will reduce human intervention, operating costs and provide the necessary level of reliability of the data observed.

Keywords: *wireless sensor network, functional stability, optimization.*

Introduction. Wireless sensor networks penetrate more and more into all areas of industry and human activities every year. Currently, they are widely used not only for data collection and processing of industrial objects, but also in the ordinary everyday life on the Internet [1]. This is due to many industry standards developed by various international organizations such as the International Organization for Standardization (ISO), the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), the Internet Information Network (IETF) and the International Telecommunication Union (ITU). The results of leading industry standardization became known standards IEEE 802.15.4, which determine the features of construction of networks with low bandwidth [2].

Today, ZigBee radio devices have everything they need for fast information distribution: digital integrated interfaces, cheap network devices with built-in routing features, and several networking technologies. Connected to a wireless network, sensors can track environmental parameters or physiological characteristics of a person. Monitoring can be carried out on a very large area, because the sensors transmit information chain - from neighbor to neighbor. The technology allows them to work for years (even decades) without replacing batteries [3].

Figure 1 - Wireless sensor networks application areas**.**

Research results. As already noted, wireless transmitters often operate on the basis of IEEE802.15.4 and the ZigBee specification, which, consuming little electricity, can transmit information on average 30-50 m. The most popular detectors are temperature sensors [4], humidity [5] and accelerometers [6]. Depending on the application, developers add or use additional or peripheral devices (LEDs, SPI / I2C / UART interfaces, etc.).

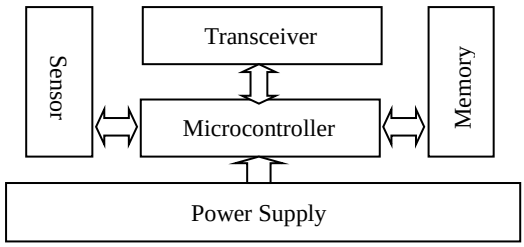


Figure 2 - The structure of the construction of the wireless sensor module

Networks that have the ability to self-organization can be created using a variety of wireless technologies. At the same time, different network technologies provide different characteristics of their operation (use of computing resources, energy consumption, speed and data transmission distance, etc.). Therefore, the choice of technology in the first place is determined by the tasks that the network must solve.

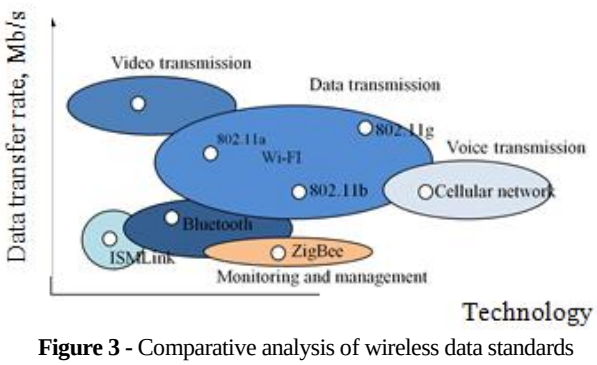


Figure 3 - Comparative analysis of wireless data standards

 ©| *A. V. Sobchuk, V. V. Sobchuk, O. V. Barabash, I. Liashenko 2019*

The figure shows the most widely used wireless data transmission technologies. The analysis clearly demonstrates that ZigBee's wireless data technology provides the best performance of computing resources and energy efficiency. In addition, the data transfer rate provided by this technology is sufficient to transmit information from sensors as evidenced by the following data:

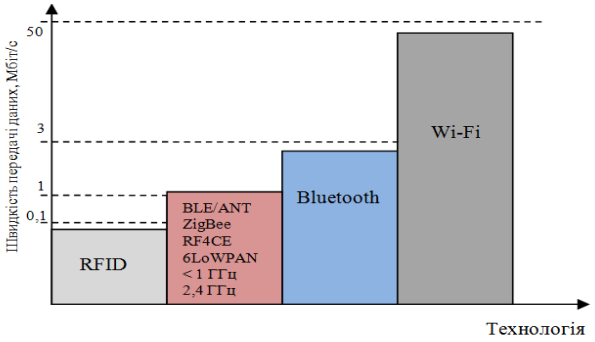


Figure 4 - Characteristics of data rates for various wireless technologies

So, the most optimal way to build wireless sensor nodes is to use the standard Zigbee. The received electrical signals from the sensor are often not ready for the calculations, so they pass through the signal transformation stage. At this stage, a series of transformations may be made, necessary for further use of the signal. For example, a signal often requires amplification, to increase amplitude, then filters are used to eliminate unwanted noise at certain frequencies. The transformed signal is transformed using an ADC into a digital signal. Thus, the signal is available in digital form and is ready for further calculation, storage and visualization.

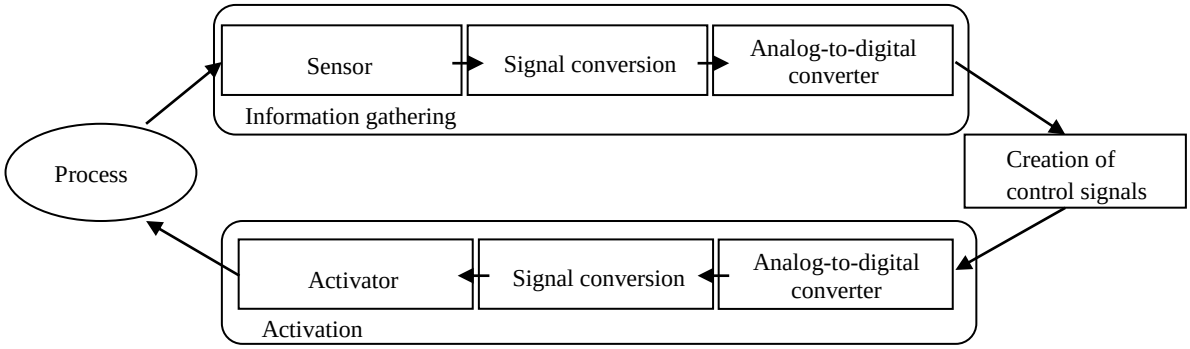


Figure 5 - The process of data collection and process activation in sensory networks

The relationship between the information transmitted and received by the sensors is described by the inverse-square law [7]:

$$P_{pwr} \sim \frac{P_{tr}}{d^2}, \quad (1)$$

where:

P_{pwr} – the power of the received signal;

P_{tr} – the power of the transmitted signal;

d – the distance between the receiver and the transmitter.

The distance between the nodes can be estimated based on the information about the output power of the transmitter, receiver sensitivity and antenna characteristics, taking into account empirical information.

For theoretical estimates, the Vries formula for free space is used:

$$P_r = P_t + G_t + 20 \cdot \log\left(\frac{\lambda}{4\pi}\right) - 20 \log d \quad (2)$$

or

$$P_r = \frac{P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot \lambda^2}{(4\pi d)^2} \quad (3)$$

$$d = \frac{\lambda}{4\pi} \cdot \sqrt{\frac{P_t \cdot G_t \cdot G_r}{P_r}} \quad (4)$$

where:

P_t – transmitter power

P_r – signal sensitivity

G_t, G_r – coefficients of amplification of antennas transmit-receive information

d – the distance between the nodes

λ – wavelength

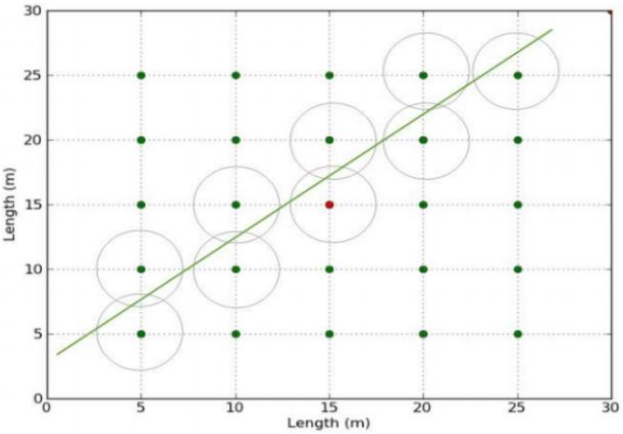


Figure 6 - Tracing a wireless sensor network of a target moving along a given linear trajectory

The whole set of sensors is integrated into a wireless network that is connected to the public communication network. It provides a wide range of control and management services for enterprises, production sites, moving objects, etc.

Conclusions. The analysis of technologies and aspects of analysis of wireless sensor networks is carried out in the

work. Since such networks can be created using various wireless technologies, they need to have the ability to self-organize, to ensure the stable operation of the network and the fulfillment of its target functions. At the same time, different network technologies provide different characteristics of their operation (use of computing resources, energy consumption, speed and data transmission distance, etc.). Therefore, the choice of technology in the first place is determined by the tasks that the network must solve. Ensuring the functional stability of the network, regardless of the technologies used in its construction, will reduce human intervention, operating costs and provides the necessary level of reliability of the observed data.

REFERENCES

1. Recommendation Y.2060 "Overview of the Internet of things" // International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector, 2012.
2. I. B. Galelyuka Modelyuvannya bezdrotovih sensory shimzh. Komp'yuterny zasobi, izmenzhi that sistemi. - 2015. - No. 14. - P. 141-150. - Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Kzms_2015_14_18.
3. R. S. Kolodiy, O. V. Timchenko. Methods of Sensing Sensitive Measures for Mobile Monitoring ECG. Journal of Lviv Polytechnic National University, №645, 2009, 46-55.
4. A. G. Finogeev, V. B. Dilman, V. A. Maslov. Operational remote monitoring in the city heating system based on wireless sensor networks. Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. The Volga region. Engineering science, № 3, 2010, 27-36.
5. M. I. Gorlov. Microelectronic humidity sensor of surface-condensation type, Patent of the Russian Federation, 2224246. Pub. 02.20.2004. Bul. №5. 107.
6. E. V. Barbasova, T. A. Vstavskaya. Construction of control systems for complex outdoor lighting complexes. Vesnik SUSU, № 23, 2011, 98-101.
7. I.M. Smurygin. The concept of the organization of wireless sensor networks and their application. Youth scientific and technical bulletin / FGBOU HPE "MSTU. N.E. Bauman ", 2012, № 9

Issues of Backhaul Construction Based on Long Term Evolution Technology

L. O. Tokar[1], Ya. O. Krasnozheniuk[2]

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine
Corresponding author. E-mail: liubov.tokar@nure.ua[1], yana.krasnozheniuk@nure.ua[2]

Paper received 30.01.19; Accepted for publication 05.02.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-12

Abstract. The packet-based infrastructure offers great opportunities for the organization of universal transport networks using LTE technology, which is associated with a wide variety of standards and applications as well as the use of various communication, management and maintenance protocols by modern networks. Issues related to the rational construction of a mobile transport infrastructure were considered for the organization of broadband access. Architecture for the backhaul network using a star configuration is proposed. the construction of the network in accordance with the concept of Unified MPLS is analyzed, at all levels of which a multiprotocol label switching protocol is configured to simultaneously support several generations of mobile communication in a single network plane-oriented architecture.

Keywords: *backhaul, wireless technology, packet architecture, bandwidth.*

1. Introduction. The rapid development of the information and communication industry dictates the need for new principles of system building. This is conditioned by the growth in the number of mobile users, the introduction of broadband wireless services and increased requirements for high-speed data networks.

Great opportunities are opening up when implementing wireless access technologies that use the packet data infrastructure. This approach will provide maximum expansion of IP protocol usage over the network.

LTE technology is a promising mobile broadband technology in terms of performance. Mobile operators will have the opportunity to increase network capacity and bandwidth together with high traffic transmission rates and lower packet transmission delays. Therefore, at present, many telecom operators are switching their backhauls to IP, based on the support of 3G traffic as well as to ensuring the quality and duration of communication with the Internet or 4G network.

The backhaul refers to the part of the network that is the link between the IP network and the core network. Backhaul takes the main burden of communication between the elements of the mobile access network and the operator's backbone network. This means that its role is to transport data from the mobile user to the switching capacity of the mobile operator and through it to other operators.

The essence of the study is to consider issues in the organization of the backhaul with the support of the full range of technologies and services using LTE technology. This determines the relevance of the given publication.

2. Brief overview of publications related to the subject. In terms of providing new high-speed user services, mobile operators face technical and economic difficulties. It is necessary to increase the capacity of the transport network, especially at the backhaul level.

The Wi-Fi IEEE 802.11n mobile communication standard has been proposed to be used not only in access networks, but also in backhauls [1]. This solution is associated with the need to obtain a sufficiently high throughput in the forward and reverse links. In addition, as a result of this approach, the performance of the backhaul will increase. However, such a network can successfully serve areas with relatively low population density and a small radius of action.

In [2], the issues faced by the modern information and communication society were addressed: the bandwidth deficit and a variety of high-speed mobile technologies. It is proposed to use an optical access platform for mobile backhauling in order to significantly reduce capital and operation costs.

In [3], one of the promising directions for constructing a heterogeneous HetNet backhaul is highlighted. The use of wireless solutions for backhauls operating in NLOS and LOS modes is proposed. However, the use of such systems in unlicensed frequency bands is considered to be too susceptible to interference, which may limit their use in backhauls. At the same time, lower bands have power limitations, which lead to low reliability of the connection or its loss.

As an alternative for mobile transport backhauls, Ethernet over PDH technology was considered in [4]. This solution will allow mobile operators to maximize the channel bands for their effective use. However, in order to reach the operator level using Ethernet technology, it is necessary to solve the issues of differentiation and prioritization of traffic with the specified mechanisms for ensuring quality of service.

It is known that LTE technology has significant improvements in the network architecture compared to 3G networks. In [5], the main LTE technology nodes are displayed with security features — secure access, network domain, user domain, application domain, 3GPP domain. This will ensure overall network security, which, together with minimal latency and flexible channel bandwidth, especially in the backbone part of the network, will attract consumers. In addition, in the context of network integration, user and application security issues are of primary importance.

3. Goal. The aim of the work is to consider the issues of building a backhaul. Given the current trends in the development of networks, the primary tasks are to implement the interaction of several generations of mobile communications in a single network architecture. This approach is necessary for telecom operators at the stage of a gradual transition from obsolete technologies to an IP-platform.

The backhaul takes the main burden of communication between the elements of the mobile access network and the operator's backbone network. Issues regarding the choice of topology for a fully connected backhaul and the

 ©| *L. O. Tokar, Ya. O. Krasnozheniuk 2019*

choice of an adequate technology for building a network based on a flat packet-oriented architecture are relevant.

4. Materials and methods. Unlike mobile networks of previous generations, 4G networks fully rely on IP, which is associated with the development of the information and communication industry. The use of LTE technology using only IP simplifies network operation, which is extremely necessary for mobile operators. In addition, the creation of a flat packet architecture excludes individual devices from the network, such as controllers of the transport segment, which allows to directly connect to the packet core using the appropriate interfaces.

When deploying backhauls based on LTE technology, some compromises are reached by operators. On the one hand, the network must be scalable and high-quality, and on the other hand, the realities of the current network equipment require investing new IP-oriented networks.

For optimal construction of a backhaul, a rational choice is to use a star architecture. As a central node, it is better to choose a service core router. Thus, when data reaches the backbone of the network, the amount and priority of Internet traffic or server content is determined by mobile operators. This architecture allows to process several types of traffic.

The choice of this backhaul architecture will provide an effective combination of Layer 2 (L2) and Layer 3 (L3) according to the OSI model in the transport network, with L2 in the access area and L3 in the aggregation segment.

The interaction, roaming and handover of LTE and 2G / 3G networks can be carried out at the initial stage, taking into account the use of IP protocol that will support the work of various mobile nodes, which is reflected in the 3GPP project [6]. The recommendations of the 3GPP project take into account the use of VPNs for L2, for L3 - VPNs and gateways using VPN-based MPLS technology. Such a management system will provide economic support for scalable services and services in the IP network.

This approach reveals a number of attractive features: high performance and bandwidth, traffic modeling, ease of building networks and their operation.

The main incomes of mobile operators are generated through the provision of Ethernet, IP VPN, VoIP, IP video conferencing services to business clients, as well as through the provision of Triple Play, IPTV services to private consumers. Important in terms of revenues of mobile operators is the provision of the lease of its resources, i.e. this is mobile aggregation and retransmission with the provision of interaction at the core network level.

The architecture of such networks is determined by the basic elements: IP - mobile terminals and application systems. In addition, the necessary components between the terminals and the application server are base stations, traffic aggregation level and the Evolved Packet Core (EPC) [7].

A fragment of the transport network using MPLS technology while providing interaction at the reference level is shown in Fig. 1.

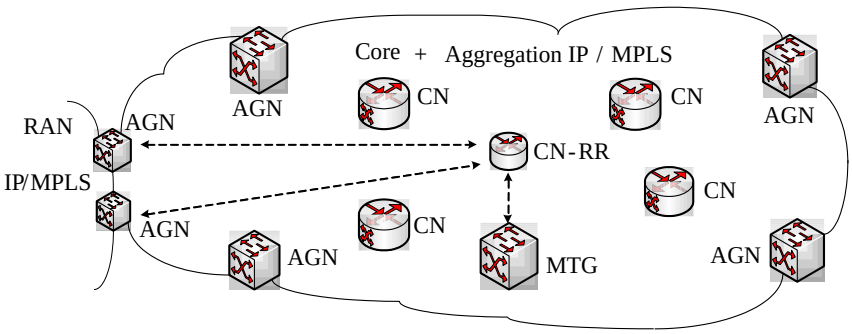


Figure 1 – A fragment of the transport network

In traditional MPLS technology, there are some difficulties associated with the complexity of implementing services in large networks. This, for example, requires the use of complex L3 mechanisms when interfacing with L2 protocols.

These disadvantages are absent in Unified MPLS, which will ensure high performance, bandwidth and ease of network operation. In addition, integrating access, aggregation and core segments using MPLS can reduce the number of administration nodes [8].

Thus, a single MPLS technology forms the transport basis for supporting LTE, 2G GSM and 3G networks in the UMTS standard. The use of a single MPLS standard for mobile transport will provide operators with a comprehensive solution optimized in cost, with support for user traffic and business traffic with high rates of quality of service (QoS) compared to similar standards.

The operator's backhaul consists of three levels. At the access level, CSG nodes, the so-called pre-aggregation nodes, operate in the RAN domain. The aggregation and core levels are combined into one level - aggregation + core. The corresponding nodes are the aggregation nodes (AGN) and the core nodes (CN, CN–RR and MTG). This solution will simultaneously support several generations of mobile communications in a single converged network architecture, ensuring the introduction of LTE with Pseudowire Emulation support (PWE) for 2G GSM transmission, L2VPN for 3G UMTS / IP and L3VPN for 3G UMTS / IP. Combined aggregation and core levels into one level (Core + Aggregation) should be integrated into a single IGP / LDP domain.

6. Results and discussion. Thus, the issues of building an optimal construction of a backhaul based on the Unified MPLS concept are considered.

It should be noted that the use of MPLS technology allows implementation of both dynamic and static levels of network management. MPLS has the flexibility to support all types of NGN and traditional services. This contradicts with the practical data obtained in [9], the author of which cites the matrix of support for MPLS technology with Ethernet, Traditional and IP technologies according to key

technical characteristics and main categories of network services.

The network management system must have information about the network topology. Due to the Unified MPLS architecture, End – to – End services are created by configuring only the end devices, which solves the problem of reducing the number of administration points.

The given paper shows the need to integrate the combined aggregation and core levels into a single IGP / LDP domain. This solution, in conjunction with the BGP protocol, is used to ensure high stability and fast network convergence.

Research results can be useful for creating a converged network scenario based on Fixed / Mobile Infrastructure (FMI).

The results of the work indicate a number of controversial issues regarding the appropriateness of using MPLS technology at all levels of the network. They relate to the problems of using mechanisms for improving the convergence of IGP protocols: IP / MPLS Loop Free Alternate Fast ReRoute (LFA FRR) and MPLS TE Fast ReRoute (TE FRR). The choice of these mechanisms should be due to the shortest network recovery time and ease of operation, which should contribute to the rapid convergence of the network without a complex configuration.

7. Conclusions. 1. It has been analyzed that for the optimal construction of the transport network, especially at the backhaul level, the use of various technologies and platforms is possible.

2. It is shown that LTE technology is the most promising technology of mobile broadband in terms of performance. The transition to the IP-platform will allow the operator to easily increase the bandwidth and provide new services.

3. The backhaul architecture is considered. It is shown that an adequate topology, the most relevant in the transition to high-speed LTE technology, as well as with a large increase in the number of users and services, is a star-shaped configuration.

4. The feasibility of choosing MPLS technology to build a backhaul with the concept of Unified MPLS is analyzed, which is especially important in matters of network convergence to provide support for transport applications and services.

REFERENCES

1. Ксензенко, П. Я. Развитие сетей Backhaul [Текст] / П. Я. Ксензенко, П. В. Химич // Телеком. – 2012. – № 11. – С. 28 – 38.
2. Saranya, B., Muruganandham, S. Mobile Backhaul Network in wireless Sensor [Text] / B. Saranya, S. Muruganandham // International Journal of Engineering Research and General Science. – 2015. – vol. 3. – p. 394 – 397.
3. Ксензенко, П. Я. Backhaul для гетерогенных сетей [Текст] / П. Я. Ксензенко, Т. Н. Нарытник // Телеком. – 2014. – № 1-2. – С. 10 – 21.
4. Катлеров, П. Н. Ethernet over PDH: миграция к пакетной транспортной инфраструктуре беспроводных сетей [Текст] / П. Н. Катлеров // Компоненты и технологии. – 2013. – № 10. – С. 116 – 120.
5. Masud, Md Mehedi. Survey of security features in LTE Handover Technology [Text] / Md Mehedi Masud // Scientific Research Journal (SCIRJ). –2015. – vol. 3. – p. 27 – 31.
6. 3GPP TS 45.005 V8.8.0 (2010-03) [Электронный ресурс] / 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group GSM/EDGE Radio Access Network; Radio transmission and reception (Release 8). – Режим доступа: http://www.qtc.jp/3GPP/Specs/GSM_GERAN/45005-880.pdf. – 25.06.2016 г. – Загл. с экрана.
7. Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update [Электронный ресурс] / White Paper, February 3, 2016. – Режим доступа: http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.html. – 22.06.2016 г. – Загл. с экрана.
8. Коденцев, Д. Развитие платформ Cisco для MPLS доступа и преагрегации [Электронный ресурс] / CCIE. – Режим доступа: http://www.20161207-celc-sp-iosxe_v2_2.pdf. – 17.12.2016 г. – Загл. с экрана.
9. Гасымов, И. Архитектура Cisco Unified MPLS [Электронный ресурс] / CCIE. – Режим доступа: http://www.20161207-celc-sp-iosxe_v2_2.pdf. – 17.12.2016 г. – Загл. с экрана.

REFERENCES

1. Ksenzenko, P. Ya., Himich, P. V. (2012). Razvitie setey Backhaul. Telekom, 11, 28 – 38.
3. Ksenzenko, P. Ya., Naryitnik, T. N. (2014). Backhaul dlya geterogennyih setey. Telekom, 1-2, 10 – 21.
4. Katlerov, P. N. (2013). Ethernet over PDH: migratsiya k paketnoy transportnoy infrastrukture besprovodnyih setey. Komponentyi i tehnologii, 10, 116 – 120.
8. Kodentsev, D. (2016). Razvitie platform Cisco dlya MPLS dostupa i preagregatsii. CCIE. Available at: http://www.20161207-celc-sp-iosxe_v2_2.pdf.
9. Gasyimov, I. (2016). Arhitektura Cisco Unified MPLS i. CCIE. Available at: http://www.20161207-celc-sp-iosxe_v2_2.pdf.

MEDICINE

Вивчення рівня фізичного здоров'я юнаків гірських районів Закарпаття за метаболічним рівнем аеробного та анаеробного енергозабезпечення в залежності від компонентного складу тіла

О. А. Дуло

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 31.01.19; Accepted for publication 06.02.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-13

Анотація. Робота присвячена вивченню рівня фізичного здоров'я юнаків 17-21 року, які проживають у гірських районах Закарпаття. Встановлено, що рівень аеробної продуктивності, який відображає фізичне здоров'я, залежить від компонентного складу тіла. Найвищий рівень аеробної продуктивності за відносною величиною максимального споживання кисню виявлено у юнаків, які мають нормальну масу тіла з високим відносним вмістом скелетних м'язів та високим відносним вмістом жиру, при нормальному рівні вісцерального жиру, і, як наслідок, рівень фізичного здоров'я перевищує "критичний рівень" за Г.Л. Апанасенком і відповідає "відмінному" за критеріями Я.П. Пярната.

Ключові слова: *фізичне здоров'я, аеробна продуктивність, анаеробна продуктивність.*

Вступ. У серії робіт вітчизняних та іноземних вчених переконливо доведено, що складові фізичного здоров'я зумовлені соматотипічною приналежністю [1, 2, 3]. З огляду на те, що людині притаманна велика розбіжність морфологічних та фізіологічних ознак, пов'язаних із типом конституції, суттєву роль в адаптації організму, яка характеризує рівень фізичного здоров'я, відіграють індивідуальні соматотипологічні особливості [1, 4, 5].

Фізичне здоров'я людини визначається спадковістю. Однак суттєву роль при цьому відіграє тривалий вплив екзогенних чинників [4, 5, 6]. З огляду на це національні та популяційні відмінності морфофункціональних показників стимулюють науковців до пошуку відносних стандартів для жителів окремих регіонів [2, 3, 5]. В Україні існують території з екологічними особливостями, які визначають гормональний статус мешканців цих регіонів, соматометричні параметри, окремі компоненти соматотипу, компонентний склад маси тіла, функціональний стан [1]. Одним з таких регіонів є Закарпаття [2, 3]. 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 показників аеробної та анаеробної продуктивності організму, залежно від компонентного складу тіла, притаманні здоровому населенню Закарпатської області.

З огляду на вищевикладене **мета даної роботи** полягала у визначенні аеробних та анаеробних можливостей юнаків гірських районів Закарпатської області залежно від компонентного складу тіла.

Матеріали і методи. Проведено порівняльний аналіз рівня фізичного здоров'я юнаків постпубертатного періоду онтогенезу віком від 17 до 21 року. Кількість юнаків з гірських районів Закарпатської області становила 124 особи (52,5%). Рівень фізичного здоров'я оцінювали за показниками аеробної продуктивності, а саме вимірювали фізичну працездатність (PWC_{170}), максимальне споживання кисню ($VO_{2\ max}$), використовуючи метод велоергометрії. Для оцінки рівня аеробної продуктивності використовували оціночну шкалу Я.П. Пярната. Показники анаеробної продуктивності організму вивчали за визначенням потужності анаеробних алактатних процесів енергозабезпечення організму за максимальною кількістю роботи, виконаної за 10 с ($ВАнТ_{10}$), а також за рівнем потужності анаеробних лактатних процесів енергозабезпечення організму за максимальною кількістю роботи, виконаної за 30 с ($ВАнТ_{30}$) використовуючи метод Вінгатського анаеробного тесту, описаного Ю.М. Фурманом зі співавторами [4, 6]. Для оцінки ємності анаеробних лактатних процесів енергозабезпечення організму, тобто максимальної кількості зовнішньої роботи за 1 хв (МКЗР), використовували методику Shogy A., Cherebetin G [8]. 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 м'язевої маси.

Результати дослідження та їх обговорення. У досліджуваних юнаків імпедансним методом визначили індекс маси тіла (ІМТ) і компонентний склад тіла, і умовно розподілили їх на три групи: з низьким, нормальним і високим відносним вмістом жиру. Найбільшу кількість 104 особи (83,9%) склали юнаки з нормальним відносним вмістом жиру (8,0-19,9%), а найменшу кількість 1 (0,8%) особа склали юнаки з низьким (< 8,0%) відносним вмістом жиру. Юнаків з дуже високим відносним вмістом жиру (>24,9%) серед досліджених не виявилось, табл.1.

Таблиця 1. Розподіл юнаків гірських районів Закарпаття за відносним вмістом жиру, n=124

Вміст жиру (%)							
< 8,0 (-) низький		8,0 – 19,9 (0) нормальний		19,9 – 24,9 (+) високий		>24,9 (++) дуже високий	
к-сть осіб	%	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%
1	0,8	104	83,9	19	15,3	-	-

 ©| O. A. Dulo 2019

Також юнаків було розподілено на три групи залежно від відносного вмісту скелетних м'язів, і в процесі дослідження було встановлено: з нормальним відносним вмістом скелетних м'язів (33,3 – 39,3%) було найбільше – 76 осіб (61,3%), з високим (39,4 – 44,0%) відносним вмістом скелетних м'язів 39 осіб (31,4%). Але найменша кількість серед досліджених юнаків виявилась з дуже високим (> 44,0%) відносним вмістом скелетних м'язів 9 осіб (7,3%). Юнаків з низьким відносним вмістом скелетних м'язів (< 33,3%) серед досліджених не виявилось, табл.2.

Таблиця 2. Розподіл юнаків гірських районів Закарпаття за відносним вмістом скелетних м'язів, n=124

Вміст скелетних м'язів (%)							
< 33,3 (-) низький		33,3 – 39,3 (0) нормальний		39,4 – 44,0 (+) високий		> 44,0 (++) дуже високий	
к-сть осіб	%	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%
-	-	76	61,3	39	31,4	9	7,3

Значення абсолютного показника $VO_{2\ max}$ у представників з високим відносним вмістом жиру становить 3164,8±68,7 мл·хв$^{-1}$ і є вищим за значення представників з нормальним 2996,6±70,3 мл·хв$^{-1}$ та низьким 3098,7±79,6 мл·хв$^{-1}$ відносним вмістом жиру (p>0,05). Але при цьому середня величина $VO_{2\ max\cdot відн}$ представників з високим відносним вмістом жиру в 1,32 рази достовірно нижче середнього значення представників з низьким та нормальним відносним вмістом жиру (p<0,05), і не досягає "безпечного рівня здоров'я", яке оцінюють за відносним показником $VO_{2\ max\cdot відн.}$ і становить 33,7±0,93 мл·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$. Для чоловіків «безпечний рівень здоров'я» знаходиться на межі 42,0 мл·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$. Середнє значення відносного показника максимального споживання кисню у юнаків гірських районів $VO_{2\ max\ відн.}$ лише з низьким відносним вмістом жиру перевищує «безпечний рівень здоров'я» і становить 44,6±2,1 мл·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$, тоді як у юнаків з нормальним відносним вмістом жиру середнє значення $VO_{2\ max\ відн}$ також не досягає "безпечного рівня здоров'я" і становить 41,6±1,7 мл·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$, див. табл. 3.

Таблиця 3. Середні значення показників аеробної та анаеробної продуктивності організму (M±m) юнаків гірських районів Закарпаття в залежності від відносного вмісту жиру, n=124

Показники	Відносний вміст жиру (%)		
	< 8,0 (-) низький (n=1)	8,0 – 19,9 (0) нормальний (n=104)	19,9 – 24,9 (+) високий (n=19)
$VO_{2\ max}$, мл·хв$^{-1}$	3098,7±79,6	2996,6±70,3	3164,8±68,7
$VO_{2\ max\cdot відн}$, мл·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$	44,6±2,1	41,6±1,7	33,7±0,93•*
ВАнТ $_{10\ абс.}$, кгм·хв$^{-1}$	4683,7±59,6	4701,3±76,2	4821,7±78,6
ВАнТ $_{10\ відн.}$, кгм·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$	67,4±2,2	65,3±1,83	51,3±1,72•*
ВАнТ $_{30\ абс}$, кгм·хв$^{-1}$	4456±84,3	4526,0±87,2	4682,1±90,3
ВАнТ $_{30\ відн.}$, кгм·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$	64,1±3,9	62,9±3,8	49,8±2,7 •*
МКЗР $_{абс}$, кгм·хв$^{-1}$	2173,6±51,9	1898,2±49,8	2208,6±60,4
МКЗР $_{відн.}$, кгм·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$	31,4±1,8	25,7±2,2 *	23,1±1,4 •*
Маса тіла, кг	69,5	72,0	94

Примітка: вірогідність відмінності середніх значень (p<0,05):
* - відносно осіб з низьким відносним вмістом жиру;
● - відносно осіб нормальним відносним вмістом жиру;
♦ - відносно осіб з високим відносним вмістом жиру.

Результати досліджень потужності анаеробних алактатних процесів енергозабезпечення організму за відносною величиною ВАнТ$_{10\ відн.}$ у юнаків гірських районів виявили достовірну суттєву перевагу цього показника у представників з низьким 67,4±2,2 кгм·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$ та нормальним 65,3±1,83 кгм·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$ відносним вмістом жиру порівняно з особами, які мають високий відносний вміст жиру, значення якого становить 51,3±1,72 кгм·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$ (p<0,05). Особливості прояву анаеробної продуктивності у представників гірських районів з різним компонентним складом маси тіла виявлено також при визначенні відносної величини потужності анаеробних лактатних процесів енергозабезпечення організму. Звертає на себе увагу те, що найнижчі середні значення ВАнТ$_{30\ відн.}$ спостерігаються у представників гірських районів з високим 49,8±2,7 кгм·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$ відносним вмістом жиру, а найвищі значення ВАнТ$_{30\ відн}$ спостерігаються у юнаків з низьким 64,1±3,9 кгм·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$ та нормальним відносним вмістом жиру і становить 62,9±3,8 кгм·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$. У юнаків з низьким та високим відносним вмістом жиру середні величини абсолютного показника ємності анаеробних лактатних процесів енергозабезпечення організму МКЗР є найвищими 2173,6±51,9 кгм·хв$^{-1}$ та 2208,6±60,4 кгм·хв$^{-1}$ порівняно з представниками гірських районів, які мають нормальний 1898,2±49,8 кгм·хв$^{-1}$ відносний вміст жиру (p>0,05). У юнаків гірських районів з високим відносним вмістом жиру спостерігається достовірно низький відносний показник ємності анаеробних лактатних процесів енергозабезпечення організму МКЗР $_{відн.}$ 23,1±1,4 кгм·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$ у порівнянні з показником у юнаків з низьким 31,4±1,8 кгм·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$ (p<0, 05) та нормальним відносним вмістом жиру 25,7±2,2 кгм·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$ (p<0, 05).

Значення абсолютного показника $VO_{2\ max}$ у юнаків гірських районів з різним відносним вмістом скелетних м'язів між собою достовірно не відрізняються. Середнє значення $VO_{2\ max\ відн.}$ відносного показника максимального споживання кисню у юнаків гірських районів з

нормальним відносним вмістом скелетних м'язів є достовірно нижче "безпечного рівня здоров'я", що відповідає рівню аеробної продуктивності «нижче середнього» і становить 38,9±1,1 мл·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$ ($p<0,05$). Тоді як у юнаків з високим та дуже високим відносним вмістом скелетних м'язів показник максимального споживання кисню $VO_{2\ max\ відн.}$ є достовірно вище "безпечного рівня здоров'я", що відповідає «середньому» рівню аеробної продуктивності і становить 42,4±2,0 мл·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$ та 43,1±0,97 мл·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$ відповідно. Результати досліджень потужності анаеробних алактатних процесів енергозабезпечення організму за абсолютною величиною $ВАнТ_{10\ абс.}$ у юнаків гірських районів виявили суттєву перевагу цього показника у представників з дуже високим відносним вмістом скелетних м'язів 4869,8±78,7 кгм·хв$^{-1}$ порівняно з особами, які мають нормальний та високий відносний вміст скелетних м'язів, що становить 4658,4±96,3 кгм·хв$^{-1}$ і 4703,1±88,2 кгм·хв$^{-1}$ відповідно, табл. 4.

Таблиця 4. Середні значення показників аеробної та анаеробної продуктивності організму (M±m) юнаків гірських районів Закарпаття в залежності від відносного вмісту скелетних м'язів, n=124

Показники	Вміст скелетних м'язів (%)		
	33,3 – 39,3 (0) нормальний (n=76)	39,4 – 44,0 (+) високий (n=39)	> 44,0 (++) дуже високий (n=9)
$VO_{2\ max}$, мл·хв$^{-1}$	2896,5±56,1	3086,4±77,2	3197,4±59,3
$VO_{2\ max.відн}$, мл·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$	38,9±1,1♦•	42,4±2,0	43,1±0,97
$ВАнТ_{10\ абс.}$, кгм·хв$^{-1}$	4658,4±96,3	4703,1±88,2	4869,8±78,7
$ВАнТ_{10\ відн.}$, кгм·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$	59,7±2,9 ♦•	63,4±3,8	65,3±3,2
$ВАнТ_{30\ абс}$, кгм·хв$^{-1}$	4438,9±98,7	4503,2±76,2	4572,3±90,6
$ВАнТ_{30\ відн.}$, кгм·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$	56,9±3,6	60,1±3,8	60,9±4,7
$МКЗР_{абс}$, кгм·хв$^{-1}$	1966,7±54,2	2102,3±46,3	2123,4±51,6
$МКЗР_{відн.}$, кгм·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$	25,5±1,3	27,8±1,2	28,7±2,1
Маса тіла, кг	75,4	72,8	74,0

Примітка: вірогідність відмінності середніх значень ($p<0,05$):
* - відносно осіб з нормальним відносним вмістом скелетних м'язів;
• - відносно осіб з високим відносним вмістом скелетних м'язів;
♦ - відносно осіб з дуже високим відносним вмістом скелетних м'язів.

Результати досліджень потужності анаеробних алактатних процесів енергозабезпечення організму за відносною величиною $ВАнТ_{10\ відн.}$ у юнаків гірських районів виявили достовірно суттєву перевагу цього показника в 1,1 рази у представників з дуже високим відносним вмістом скелетних м'язів 65,3±3,2 кгм·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$, ніж у представників з нормальним відносним вмістом скелетних м'язів 59,7±2,9 кгм·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$ ($p<0,05$). Особливості прояву анаеробної продуктивності у представників гірських районів з різним компонентним складом маси тіла виявлено також при визначенні відносної величини потужності анаеробних лактатних процесів енергозабезпечення організму. Звертає на себе увагу те, що найнижчі середні значення $ВАнТ_{30\ відн.}$ достовірно спостерігаються у представників гірських районів з нормальним відносним вмістом скелетних м'язів 56,9±3,6 кгм·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$ порівняно з представниками з дуже високим відносним вмістом скелетних м'язів, у яких середнє значення $ВАнТ_{30\ відн}$ є вищим у 1,1 рази і становить 60,9±4,7 кгм·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$, ($p<0,05$). При цьому у юнаків гірських районів з різним відносним вмістом скелетних м'язів показники ємності анаеробних лактатних процесів енергозабезпечення організму (МКЗР) за абсолютною та відносною величинами між собою вірогідно не відрізняються ($p>0,05$).

Таким чином, за результатами досліджень аеробних та анаеробних процесів енергозабезпечення у мешканців гірських районів ми прийшли до висновку, що юнаки, які мають високий відносний вміст скелетних м'язів (39,4 – 44,0%) та нормальний відносний вміст жиру (8,0 – 19,9%) при нормальній масі тіла (18,5 ≤ ІМТ < 25 кг/м^2) мають «добрий» та «посередній» рівень аеробної продуктивності, тобто $VO_{2\ max\ відн.}$ 42,0 – 58,0 мл·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$. Юнаки, які мають високий відносний вміст жиру (19,9 – 24,9%) та високий відносний вміст скелетних м'язів (39,4 – 44,0%) при нормальній масі тіла мають рівень аеробної продуктивності «відмінний», тобто $VO_{2\ max\ відн.}$ від 58,0 мл·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$. Юнаки, які мають високий відносний вміст жиру (19,9 – 24,9%) та високий відносний вміст скелетних м'язів (39,4 – 44,0%) при тенденції маси тіла до надлишкової (ІМТ > 25 кг/м^2) мають рівень аеробної продуктивності «нижче середнього», тобто $VO_{2\ max\ відн.}$ від 34,0 – 41,0 мл·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$, рис.1. При цьому, всі обстежені юнаки мають нормальний рівень вісцерального жиру, цей показник знаходиться в діапазоні від 1 до 9%.

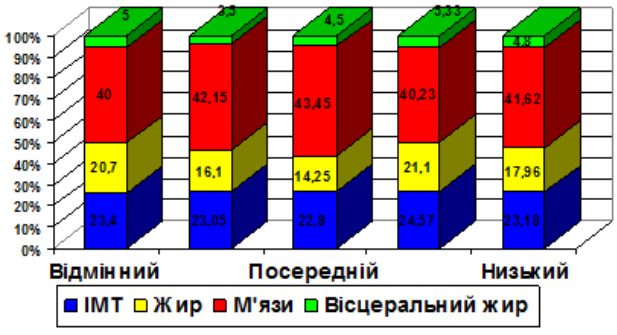


Рис. 1. Рівень аеробної продуктивності організму юнаків гірських районів Закарпаття в залежності від індексу та компонентного складу маси тіла (n=124)

Висновки. Результати досліджень свідчать про те, що фізичне здоров'я юнаків гірських районів Закарпаття залежить від компонентного складу тіла, а саме: відмінний рівень аеробної продуктивності спостерігається у юнаків, які мають нормальну масу тіла з високим відносним вмістом скелетних м'язів та високим відносним вмістом жиру, при нормальному рівні вісце-

рального жиру і, як наслідок, рівень фізичного здоров'я перевищує "критичний рівень" за Г.Л. Апанасенком і відповідає "відмінному" за критеріями Я.П. Пярната. Рівень аеробної продуктивності «нижче посереднього» мають юнаки гірських районів, у яких високий відносний вміст скелетних м'язів, але збільшується відносний вміст жиру, зростає рівень вісцерального жиру з тенденцією до підвищення індексу маси тіла до надлишкової. Так як виконання фізичних навантажень в аеробному та анаеробному режимі потребує енергії, що накопичена в м'язах, наявність жирового компоненту у представників чоловічої статі в гірській місцевості (в умовах гіпоксії) є певним баластом, так як існує потреба у збільшенні об'єму кисню для процесів окислення жиру і, як наслідок, у юнаків зі збільшенням відносного вмісту жиру не тільки знижується кількість максимального споживання кисню, а й знижується величина потужності анаеробних алакатних і лактатних процесів енергозабезпечення організму, а також кількість виконаної максимальної зовнішньої механічної роботи за 1 хв, яка є показником ємності анаеробних лактатних процесів енергозабезпечення організму.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гунас І.В. Взаємозв'язки сонографічних параметрів нирок із анропосоматометричними показниками здорових міських юнаків та дівчат Поділля з ектоморфним соматотипом / І.В. Гунас, Ю.Г. Шевчук, Д.Б. Болюх // Вісник морфології. — 2010. — №2. — С. 437 — 441.
2. Дуло О.А. Вивчення рівня фізичного здоров'я юнаків гірських районів Закарпаття за метаболічним рівнем аеробного енергозабезпечення /О.А. Дуло, Ю.М. Фурман // Science and Education a New Dimension. – Natural, Mathematical and Technical science NaMaTech, II (3). – 2014. – Issue 21.-P. 44 – 47.
3. Дуло О.А. Вивчення рівня фізичного здоров'я юнаків гірських районів Закарпаття за метаболічним рівнем анаеробного енергозабезпечення /О.А. Дуло // Science and Education a New Dimension. – Natural, Mathematical and Technical science NaMaTech, III(8). – 2015. – Issue 73. – P. 10 – 13.
4. Макарова Г.А. Спортивная медицина: учебник / Г.А. Макарова. — М.: Советский спорт, 2003. — 480 с.
5. Сарафинюк П.В. Особливості ультразвукових розмірів серця у здорових міських підлітків різних соматотипів / П.В. Сарафинюк, І.Д. Кухар // Вісник морфології. — 2004. — №1. — С. 193 — 197.
6. Astrand J. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age / J. Astrand // Acta Physical. Scand. — 1960. — Vol. 49. — Suppl. 169. — P. 1 — 92.
7. Gaul C.A. Differences in anaerobic performance between boys and men / C.A. Gaul, D. Docherty, R. Cicchini // Int. J. Obes Relat. Metab. Disord. - 2000. – Vol. 24. – P.7841-7848.
8. Shogy A. Minutentest auf dem fanradergometer zur bestimmung der anaeroben capazitar Eur / A. Shogy, G. Cherebetin // J. Appl. Physiol. – 1974. – Vol. 33. – P. 171 – 176.

REFERENCES

1. Gunas I.V. Vzaemozvjazky sonografichnych parametriv nyrok iz antropocomatometrychnymy pocaznycamy zdorovych miskych yunakiv i divchat Podillya z ektomorfnym somatotypom [Relationship sonographic parameters of renal antroposomatometrychny indicators of healthy urban boys and girls of Podillya with ektomorf somatotype]/I.V. Gunas, Y.G. Shevchuk, D.B. Boluch// Visnyk morfologii. — 2010. — №2. — S. 437 — 441.
2. Dulo O.A. Vivchennya rivnya fizychnoho zdorovya unakiv girskyh rayoniv Zakarpattya za metabolichnym rivnem aerobnoho energozabezpechennya [Studying the level of boys' physical health, who live in the mountain areas of Transcarpathia by the metabolic level of aerobic energy supply]/O.A. Dulo, Y.M. Furman // Science and Education a New Dimension. – Natural, Mathematical and Technical science NaMaTech, II (3). – 2014. – Issue 21. – P. 44 – 47.
3. Dulo O.A. Vivchennya rivnya fizychnoho zdorovya unakiv girskyh rayoniv Zakarpattya za metabolichnym rivnem anaerobnoho energozabezpechennya [Studying the level of boys' physical health, who live in the mountain areas of Transcarpathia by the metabolic level of anaerobic energy supply]/O.A. Dulo // Science and Education a New Dimension. – Natural, Mathematical and Technical science NaMaTech, III(8). – 2015. – Issue 73. – P. 10 – 13.
4. Makarova G.A. Sportyvna medicina: uchebnik [Sport medicine: textbook] / G.A. Makarova. – M.:Sovetskyi sport, 2003. – 480 s.
5. Sarafynuk P.V. Osoblyvosti ultrazvukovyh rozmiriv sertsya u zdorovyh miskyh pidlitkiv riznyh somatotypiv [Features of ultrasound heart size of healthy city adolescents with different somatotypes] / P.V. Sarafynuk, I.D. Kuhar // Visnyk morfologii. — 2004. — №1. — S. 193 — 197.

Study the level of physical health of men which live in mountain Transcarpathian areas by the metabolic level of aerobic and anaerobic providing of energy according to the body components consist

O. A. Dulo

Abstract. The work is devoted to the study of the level of men's physical health in the age of 17-21 years which live in the mountain areas of Transcarpathia. It's proved that the level of anaerobic productivity, which shows the physical health, depends on body components consist. The boys with normal body weight, but with high relative consist of fat, high relative consist of muscles and normal level of visceral fat have the highest level of aerobic productivity by the relative value of maximum oxygen consumption. Cause of this, level of physical health exceeds the "safe health level" by G.L. Apanasenko and matches to the "excellent" by Y.P. Pyarnata.

Keywords: *physical health, aerobic productivity, anaerobic productivity.*

The effect of intermittent cold effects on the morphometric parameters of the endometrium and rat ovaries in experimental modelling of polycystic ovary syndrome

***I. Kuzmina, M. Zhulikova**

Kharkov National medical university, Ukraine
*Corresponding author. E-mail: irina.u.kuzmina@gmail.com

Paper received 31.01.19; Accepted for publication 06.02.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-14

Abstract. The morphometric characteristics of the endometrium and ovaries of rats were studied on the background of intermittent cold exposures (ICE) in experimental modeling of polycystic ovary syndrome (PCOS). ICE were performed by daily keeping animals for 4 hours in a chamber in which the light regime and temperature were kept at + 4 ° C. The simulation of PCOS was performed by administering dehydroepiandrosterone (DHEA) to young rats for 25 days. Stimulation of adaptive physiological reactions against the background of ICE blocks the development of signs of PCOS in rats, as evidenced by the morphological parameters of the endometrium and ovaries of rats.

Keywords: *morphometric* parameters, *rat endometrium, polycystic ovary syndrome, cold exposure.*

Introduction. Polycystic ovary syndrome (PCOS) is characterized by a violation of reproductive & menstrual function and is due to a number of factors, the main of which are increased production of androgens, insulin resistance and disruption of the regulation of reproduction hormones [1]. Insulin resistance and violation of the regulation of reproduction hormones underscore the important role of the processes occurring in adipose tissue in the pathogenesis of this disease [2].

Adiponectin, leptin and resistin are important adipokines, associated with energy metabolism [3]. In recent studies, a direct relationship was established between the level of adiponectin and PCOS [4].

It is known that the level of adiponectin increases in conditions of prolonged cold influences or acclimatization [5].

The aim of this work was to study the morphometric parameters of the endometrium and ovary of rats against the background of intermittent cold exposure (ICE) and experimental PCOS modeling by introducing dehydroepiandrosterone (DHEA).

Object and methods of research. Studies were performed on female Wistar rats (n = 32) of 27-day-old age, weighing 30-40 g.

The polycystic process in the ovaries was modeled by daily (for 25 days) subcutaneous administration of DHEA ("Sigma", USA) dissolved in 0,2 ml of purified and sterilized olive oil. The dose of DHEA was 60 mg / kg of body weight.

ICE was carried out by daily keeping the animals for 4 hours in a chamber in which the light regime and the temperature of + 4 ° C were maintained. The remaining 20 h animals were in normal conditions of detention.

Animals were divided into 4 groups: 1 group - animals that were exposed to CCE (n = 8); Group 2 - animals treated with DHEA (n = 8) with ICE; Group 3 - animals who were challenged with experimental PCOS by the administration of DHEA (n = 8); 4 group - intact control (n = 8).

On the 26th day the animals were sacrificed, the uterus and ovaries were taken. The organs were weighed and then fixed in 4% paraformaldehyde (PFA, "Sigma") for 4 hours, after which it was transferred for 12 hours to a 25% sucrose solution on phosphate buffered saline. The organs in the mounting medium of Tissue-Tek ("Sakura", Japan) were frozen and before the preparation of the cryostat sections were stored in liquid nitrogen.

For the preparation of cryostat sections, the organs were removed from the low-temperature storage and fabric sections were made with a thickness of 5 μm on the cryomicrotome MEV (Germany). Sections were stained with hematoxylin and eosin according to a standard procedure.

The microphotography was performed by a light optical microscope with a digital camera Amscope IN300T (China). Morphometric analysis of photos of serial sections stained with hematoxylin and eosin was performed using AxioVision Rel 4.7 image processing software.

Morphometric analysis of the ovaries included counting the number of cysts, yellow bodies and measuring the layer of the tectal cells of the tertiary follicles. Counts were performed on 15 sections of ovarian tissue obtained from each of the experimental animals. Morphometric analysis of uterine tissue included measuring the height of the epithelium, the number of glands per unit area, the thickness of the wall. These masses of ovaries and uterus are represented as a percentage of body weight.

The statistical processing of the results was carried out with the help of the programs "Excel" and "Statictica 10". The data were checked for normal distribution using the Kolmogorov and Smirnov test, single-factor analysis of variance was used to compare two samples, differences at $p < 0,05$ were considered reliable. The quantitative data represented in the form of the mean value ± standard deviation.

Results and discussion. Figure 1 presents data on the relative mass of ovaries and uterus of experimental animals in four groups. It is noteworthy that neither ICE, nor DHEA not influenced on the average relative weight of the ovaries, but the parameters of the uterine mass differed between groups. The relative mass of the uterus significantly increased in the groups with DHEA (groups 2 and 3) in comparison with the intact control.

The same trend towards an increase in uterine weight in rats with an experimental PCOS model was observed by Zhang Y. et al. [6].

It is known that one of the characteristic signs of PCOS is hyperplasia of the ovarian cells [7].

 ©*I. Kuzmina, M. Zhulikova 2019*

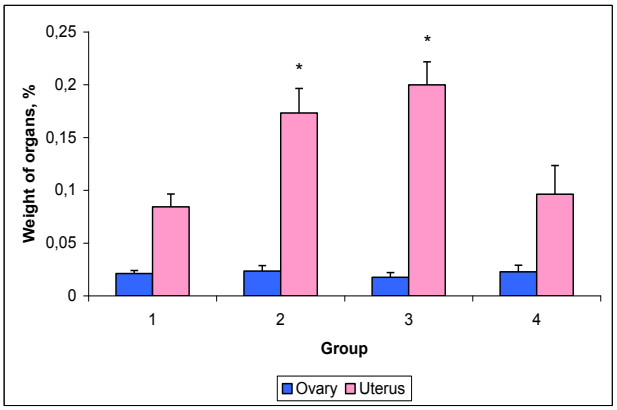


Fig. 1. Relative mass of ovaries and uterus of rats of different experimental groups. * - the index is significantly different from the intact control, P <0,05.

When measuring the thickness of the layer of the cells in the ovaries of rats (Figure 2), it was found that this index tends to increase in groups with ICT (groups 1 and 2) and significantly increases in the 3rd group (introduction of DHEA) compared with intact control. Thus, the results indicate that the exogenous introduction of androgens into the body of experimental animals leads to hyperplasia of the thekal cells as a characteristic feature of PCOS.

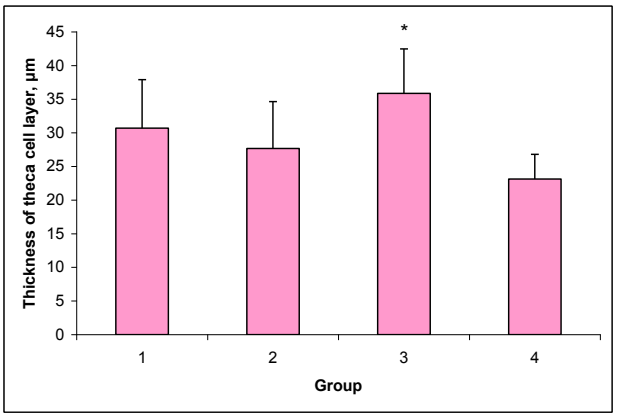


Fig. 2. The thickness of the layer of the thekal ovarian cells of different experimental groups. * - the index is significantly different from the intact control, P <0.05.

However, the fact of a certain expansion of the layer of the thekal cells in the 1 st group (without the administration of DHEA, but with ICE) is of interest. The data obtained by us suggest that under the conditions of cold stress, the secretion of endogenous androgens by the adrenals is activated, which leads to a slight hyperplasia of the thekal ovarian tissue cells [8].

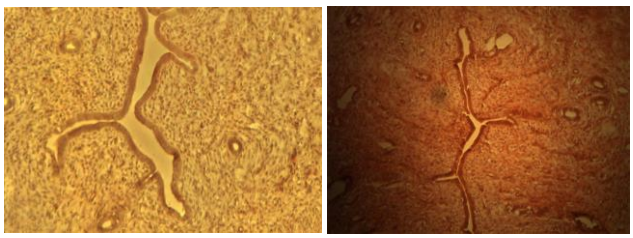
It is known, that ovarian dysfunction in PCOS is characterized by a decrease in the number of mature follicles and, accordingly, yellow bodies. In our experiments it was found that the number of yellow bodies in the group with the PCOS model was significantly less than in the control (0,1 ± 0.05 in group 3 against 0,2 ± 0.01 in the control, p <0.05). In addition, it was the only group of animals, which in the ovaries the formation of cysts was observed. Despite the fact that in groups with ICE (groups 1 and 2) there was a tendency to increase the thickness of the layer of the thekal cells, we were not found in the ovaries of the cysts, and the number of yellow bodies did not differ from the intact control.

Endometrium is a mucous membrane lining the uterine cavity, which reacts to cyclic changes in estrogen and progesterone in the menstrual cycle of the ovaries. The follicular (proliferative) phase of the endometrium is associated with the growth of the follicle in the ovary and the increased secretion of estrogens. In PCOS, in the absence of ovulation and regulation through progesterone secreted by the yellow body, the endometrium is constantly exposed to the mitogenic effects of estrogens, which leads to its proliferation. Previous studies have shown an increase in the thickness of the endometrium in women with PCOS, or in experimental models of PCOS in rats [9].

Microscopic examination of uterine tissue in a group of rats with a PCOS model (Group 3) showed an increase in the height of the endometrial epithelium, the number of glands and the thickening of the uterine wall (Table 1). In the group with PCOS simulation against the background of ICE, as in the group with ICE, these indicators were at the level of intact control. Visually, the histological pattern in the groups of rats with PCOS differed from the other groups (Figure 3) and was characterized by an increase in the number of glands and an expansion of their lumens.

Table 1.

Group	Epithelial cell height, µm	Uterine wall thickness, µm	Lumens of glands, number/field
1	5,6±0,2	496,2±39,4	5,4±1,4
2	5,8±0,3	481,8±36,3	5,3±0,9
3	6,1±0,4	675,4±40,6*	27,8±5,9*
4	5,7±0,1	498,7±23,5	5,0±1,3



A B

Fig. 3. Histological samples of the uterus of rats of the group with the introduction of DHEA (A) and the group with the introduction of DHEA on the background of ICE (B). Color: hematoxylin and eosin x 20.

Conclusions. The introduction of DHEA to young rats for 25 days leads to the appearance in the ovaries and uterus the characteristics of PCOS: thickening of the layer of the cells, a decrease in the number of yellow bodies, the appearance of cysts, thickening of the uterine wall and endometrial hyperplasia. Stimulation of adaptive physiological reactions against the background of intermittent cold effects blocks the development of signs of PCOS in rats with the administration of DHEA.

REFERENCES

1. Lebbe M, Woodruff T.K. Involvement of androgens in ovarian health and disease//Molecular Human Reproduction**,** 2013 Dec;19(12). P. 828-837.
2. Yuan X, Hu T, Zhao H, Huang Y, Ye R, Lin J, Zhang C, Zhang H, Wei G, Zhou H, Dong M, Zhao J, Wang H, Liu Q, Lee HJ, Jin W, Chen ZJ. Brown adipose tissue transplantation ameliorates polycystic ovary syndrome// Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 2016 Mar 8;113(10)/ P. 2708-2713.
3. Booth A, Magnuson A, Fouts J, Foster MT. Adipose tissue: an endocrine organ playing a role in metabolic regulation//Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation, 2016 Apr 1;26(1):25-42; . 2016 Apr 1;26(1). P. 25-42.
4. Deng Y, Scherer PE. Adipokines as novel biomarkers and regulators of the metabolic syndrome // Annals of the New York Academy of Sciences, 2010 Nov;1212. P. E1-E19.
5. van der Lans AA, Hoeks J, Brans B, Vijgen GH, Visser MG, Vosselman MJ, Hansen J, Jörgensen JA, Wu J, Mottaghy FM, Schrauwen P, van Marken Lichtenbelt WD. Cold acclimation recruits human brown fat and increases nonshivering thermogenesis// Journal of Clinical Investigation, 2013 Aug;123(8):3395-403.
6. Zhang Y, Hu M, Meng F, Sun X, Xu H, Zhang J, Cui P, Morina N, Li X, Li W, Wu XK, Brännström M, Shao R, Billig H. Metformin Ameliorates Uterine Defects in a Rat Model of Polycystic Ovary Syndrome// EBioMedicine, 2017 Apr;18. P.157-170.
7. Yuan X, Hu T, Zhao H, Huang Y, Ye R, Lin J, Zhang C, Zhang H, Wei G, Zhou H, Dong M, Zhao J, Wang H, Liu Q, Lee HJ, Jin W, Chen ZJ. Brown adipose tissue transplantation ameliorates polycystic ovary syndrome// Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 2016 Mar 8;113(10). P. 2708-2713.
8. Rosenfield RL, Ehrmann DA. The Pathogenesis of Polycystic Ovary Syndrome (PCOS): The Hypothesis of PCOS as Functional Ovarian Hyperandrogenism Revisited// Endocrine Reviews. 2016 Oct;37(5), P.467-520.
9. Mirabolghasemi G, Kamyab Z. Changes of The Uterine Tissue in Rats with Polycystic Ovary Syndrome Induced by Estradiol Valerate//International Journal of Fertility and Sterility, 2017 Apr-Jun;11(1)P. 47-55.

Модельні характеристики нейродинамічних, біоенергетичних властивостей, фізичної та техніко-тактичної підготовленості висококваліфікованих футболістів

В. С. Лизогуб, В. О. Пустовалов, Т. В. Кожемяко, Н. П. Черненко, В. В Шпанюк[1]

Черкаський національний університет ім. Б.Хмельницького, Україна
[1]Федерація футболу України
*Corresponding author. E-mail: v_lizogub@ukr.net

Paper received 14.01.19; Accepted for publication 19.01.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-15

Анотація. У статі розглядається питання про застосування комплексного підходу до моделювання ігрової підготовленості футболістів високої кваліфікації. Отримані дані нейродинамічних, біоенергетичних властивостей, показників фізичної та техніко-тактичної підготовленості та розроблені модельні характеристики досліджуваних властивостей у футболістів-професіоналів. Між нейродинамічними, біоенергетичними властивостями, показниками фізичної і техніко-тактичної підготовленості та оцінками успішності ігрової діяльності виявлені значущі кореляційні зв'язки. На основі експериментальних даних розроблено протокол комплексного моделювання підготовленості футболістів високої кваліфікації. Обгрунтовано можливості використання нейродинамічних, біоенергетичних властивостей, показників фізичної та техніко-тактичної підготовленості для комплексної оцінки і прогнозування успішності ігрової діяльності футболістів.

Ключові слова: *Моделювання, нейродинамічні, біоенергетичні властивості, фізична, техніко-тактична підготовка, оцінка успішності ігрової діяльності.*

Вступ. Чемпіонат світу 2018 року засвідчив, що сучасний футбол характеризується зростанням видовищності і високим рівнем командної конкуренції серед гравців, Ускладнилася техніка і тактика гри, зросла особиста відповідальність футболістів за прийняті рішення, виросла ціна помилки, підвищилися вимоги до всієї системи підготовленості, контролю і корекції тренувального процесу та відбору футболістів [9, 11]. За таких умов, для фахівців з футболу виникає необхідність сприймати, обробляти та зберігати велику кількість інформації для її моніторингу та програмування, розробки модельних характеристик і критеріїв, які можуть бути визначальними і можуть впливати на ефективність ігрової діяльності гравців [1, 15]. На нашу думку до таких характеристик за даними літератури можна віднести нейродинамічних, біоенергетичних властивостей, а також показники фізичної і техніко-тактичної підготовленості [7, 8, 10].

Водночас із розвитком системи футболу виникає потреба у прогнозуванні, складанні планів і здійснення планомірних зусиль для досягнення високих спортивних результатів на основі кількісних і якісних модельних характеристик. Для практичного застосування математичні методи можуть бути надто складними. Основна вимога до прогнозування модельних характеристик у футболі − їх доступність і здатність використовувати їх у практичній діяльності тренера [4, 15].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема моделювання та прогнозування у спорті достатньо висвітлена [1, 6]. Накопичені дані з цих питань у літературі з різних аспектів підготовленості спортсменів у різних видах спорту [4, 7, 16]. Проблемі питання моделювання та прогнозування у футболі також не залишилися без уваги учених та практиків. Розроблені питання моделювання тактичних дій у юних футболістів [3], прогнозування результатів футбольних матчів [15]. Змодельовано використання стандартних вправ у тренувальному процесі футболістів [11]. Проводили дослідження і моделювали фізичну підготовленість футболістів [2, 13] та розроблено модельні характеристики структури між ігрових мікроциклів [1, 12]. Проаналізована змагальна діяльність команд різної кваліфікації та провідних команд Світу та створені модельні характеристики футболістів високої кваліфікації [9, 17].

Водночас аналіз літератури засвідчив, що питання моделювання та прогнозування ігрової діяльності та підготовленості футболістів високої кваліфікації на сьогодні розроблені недостатньо. На думку цілого ряду авторів знання особливостей ігрової діяльності футболістів з урахуванням нейродинамічних, біоенергетичних функцій, показників фізичної та техніко-тактичної підготовленості дає можливість тренерам і фахівцям моделювати, прогнозувати і корегувати тренувальний процес з метою підвищення ефективності ігрової діяльності гравців під час виступів у змаганнях [4, 8, 10].

У роботах цілого ряду авторів розглянуті питання стосовно динаміки розвитку біоенергетичних та рухових якостей футболістів на різних етапах вдосконалення спортивної майстерності [5, 8, 13]. Дослідження показали, що провідним компонентом, що відображає рівень фізичної підготовленості футболістів є аеробний компонент витривалості. Другим, за значимістю, виявляється фактор анаеробного гліколітичного компонента стійкості, третій − стійкість техніки до дії факторів, що перешкоджають. За даними фахівців у футболістів спортивна майстерність у більшій мірі залежить від фізичної працездатності, швидкісно-силових та швидкісних здібностей [5, 12, 14]. Чимало авторів вказують на залежність ігрової діяльності від рівня прояву показників фізичної, технічної і тактичної підготовленості гравців [2, 9, 11].

Отже, на сьогодні, знань про модельні характеристики нейродинамічних, біоенергетичних властивостей, показників фізичної і техніко-тактичної підготовленості і їх впливу на ефективність ігрової діяльності футболістів високого рівня кваліфікації, не достатньо,

 ©| *V. S. Lizohub, V. O. Pustovalov, T. V. Kozhemyako et al. 2019*

саме це і зумовило необхідність проведення наших досліджень.

Мета: визначити модельні характеристики нейродинамічних, біоенергетичних властивостей, показників фізичної і техніко-тактичної підготовленості і з'ясувати залежність їх з успішністю ігрової діяльності футболістів високого рівня кваліфікації.

Матеріали і методи дослідження. У футболістів професійних команд, які представляли прем'єр та першу ліги чемпіонату України з футболу вивчали нейродинамічні і біоенергетичні властивості, фізичну і техніко-тактичну підготовленість, оцінку ігрової діяльності.

Нейродинамічні функції гравців досліджували за допомогою комп'ютерного пристрою «Діагност-1М». Визначали індивідуально-типологічні властивості: функціональну рухливість (ФРНП), силу (СНП) та врівноваженість (ВНП) нервових процесів, а також латентні періоди простих (ПЗМР), складних реакцій вибору двох подразників з трьох (РВ2-3) [10].

Біоенергетичний потенціал футболістів, який характеризує анаеробну, аеробну та загальну метаболічну ємність (АН, АЕ, ЗМЕ), ефективність (ПАНО, ЧссПАНО) і потужність аеробної (МСК) та анаеробної, креатин фосфатної (КФ) і гліколітичної (ГЛ) функціональних систем визначали за допомогою комп'ютерного пристрою і програмного забезпечення експрес-діагностики функціонального стану і резервних можливостей організму «D&K-Тест» [14].

Фізичну підготовленість футболістів досліджували за показниками тестових завдань на прояв спритності, швидкісних, швидкісно-силових здібностей і витривалості [12]. Рівень технічної підготовленості оцінювали за допомогою контрольних вправ: ведення та вкидання м'яча, удари по воротах на точність і комплексної вправи [9].

Експертну оцінку ігрової діяльності футболістів проводила група досвідчених тренерів [6].

Отриманий статистичний матеріал обробляли за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Excell [15].

Результати дослідження та їх аналізи. У футболістів-професіоналів визначали модельні індивідуальні та командні максимальні, мінімальні і середні значення показників нейродинамічних, біоенергетичних властивостей, фізичної і техніко-тактичної підготовленості та оцінки успішності ігрової діяльності.

Насамперед, з метою з'ясування питання, чи взаємодіють нейродинамічні, біоенергетичні властивості і показники фізичної і техніко-тактичної підготовленості з успішністю ігрової діяльності футболістів ми розробили оціночні шкали за 10 бальною системою оцінювання. З допомогою групи досвідчених тренерів провели експертну оцінку ігрової діяльності футболістів протягом офіційних ігор. За результатами опитування встановили, що середній показник оцінки ігрової діяльності футболістів-професіоналів в цілому відповідав значенню − 6,4±1,1 бали.

З метою встановлення зв'язку ефективності ігрової діяльності та функціонального стану комплексу фізичної і техніко-тактичної підготовленості нейродинамічних і біоенергетичних властивостей ми провели кореляційний аналіз між досліджуваними показниками (рис. 1).

В ході аналізу була встановлена наявність кореляцій оцінки ігрової діяльності футболістів високого рівня кваліфікації з показниками фізичної, технічної підготовленості, нейродинамічних та біоенергетичних властивостей. Встановили значущі кореляції оцінок ігрової діяльності з нейродинамічними функціями − ФРНП і СНП, біоенергетичними властивостями − ПАНО, ЧСС ПАНО, показниками фізичної підготовленості − Стрибок у довжину з місця, Тест Купера і показниками техніко-тактичної підготовленості − Комплексна вправа ($r= 0,30 – 0,42$) ($p<0,05$).

На основі даних кореляційного аналізу нами були визначені властивості і параметри підготовленості футболістів, які мали залежність з оцінкою ігрової діяльності. З урахуванням визначених показників здійснили співставлення середніх величин досліджуваних параметрів з модельними характеристиками гравців (табл. 1).

Рис. 1. Зв'язок успішності ігрової діяльності з показниками нейродинамічних, біоенергетичних властивостей, фізичної і техніко-тактичної підготовленості футболістів високого рівня кваліфікації

Примітка: жирним шрифтом виділені вірогідні кореляції ($p<0,05$)

Таблиця 1. Модельні максимальні, середні та мінімальні характеристики нейродинамічних, біоенергетичних властивостей, фізичної і техніко-тактичної підготовленості футболістів високого рівня кваліфікації

Властивості	Показники	Максимальні	Мінімальні	Середні, X±m	Відхилення середніх від макс. модельних значень, %
Нейродинамічні	ПЗМР,(мс)	157	236	196,6±4,1	22
	РВ2-3,(мс)	276	359	317,4±6,8	15
	ФРНП,(с)	52	66	59,3±0,9	14
	СНП,(подр)	830	610	720,6±7,4	13
	ВНП,(мс)	11	28	19,2±0,8	29
Біоенергетичні	АН,н.о.	127	19	57,9±5,9	30
	АЕ,н.о.	294	170	244,7±8,4	16
	ЗМЄ,н.о.	374	238	312±6,5	17
	Крф,н.о.	48	19	32,4±0,8	22
	ГЛ,н.о.	44,6	27	33,3±0,6	18
	МСК,н.о.	76	57	67,7±0,9	11
	ПАНО,н.о.	75	56	68,2±0,7	9
	ЧСС/ПАНО,уд/хв	179	134	167,6±1,1	8
Фізична	Біг 30 м,(с)	4,5	3,8	4,1±0,18	9
	Стрибок у довж.,(см)	285	247	264,8±9,4	8
	Вкидання м'яча,(м)	28,3	17,8	24,7±1,5	13
	Тест Купера,(м)	1856,4	1587,9	1687,5±48,2	10
Технічна	Ведення 30 м, (с)	5,4	6,6	6,0±0,4	11
	Комплексна впр., (с)	11,5	15,3	12,4±0,5	9
	Удари, (влучання)	8	4	5,9±0,6	23

Як видно з таблиці, модельні максимальні, середні та мінімальні характеристики нейродинамічних, біоенергетичних властивостей, фізичної і техніко-тактичної підготовленості футболістів високого рівня кваліфікації, як і слід цього було очікувати, відрізнялися. Відмінності середньо командних показників від модельних характеристик гравців коливалися в межах від − 8 до 30 %.

З урахуванням даних кореляційного аналізу стосовно залежності успішності ігрової діяльності від прояву нейродинамічних, біоенергетичних властивостей, фізичної і техніко-тактичної підготовленості футболістів високого рівня кваліфікації, ми визначили пріоритетні, більш значимі властивості і різновиди підготовленості, з метою з'ясування наявності відмінностей досліджуваних параметрів від розроблених модельних характеристик (рис. 2).

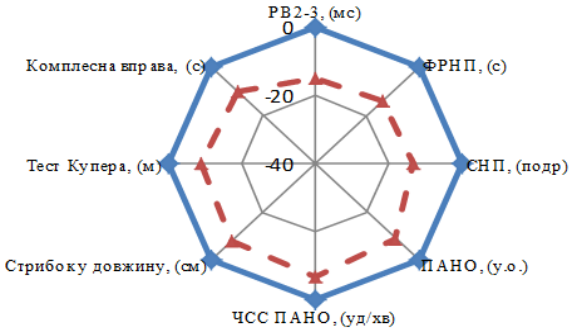


Рис. 2. Відповідність середньокомандних до модельних характеристик нейродинамічних, біоенергетичних властивостей, показників фізичної і техніко-тактичної підготовленості футболістів високої кваліфікації

З представлених на рисунку даних видно, що з усіх досліджуваних властивостей відповідність середньокомандних показників і модельних характеристик дещо відрізнялася. Так, простежується більша відповідність результатів футболістів високого рівня кваліфікації у вправах з фізичної і техніко-тактичної підготовки та прояву біоенергетичних властивостей. Тоді, як відмінності за модельними характеристиками і показниками прояву нейродинамічних функцій виявилися дещо більшими.

На нашу думку, такий характер неоднакової відповідності середньокомандних показників досліджуваних властивостей з модельними характеристиками футболвстів високого рівня майстерності, можна пояснити тим, що показники фізичної, техніко-тактичної підготовленості і біоенргетичні параметри гравців, можуть змінюватися під впливом тренувальних занять. Їх можна розвивати, удосконалювати і підвищувати. Тоді як нейродинамічні властивості, такі як функціональна рухливість і сила нервових процесів (ФРНП, СНП) є генетично детермінованими властивостями, тобто є вродженими. І у процесі тренувальної і змагальної діяльності футболістів-професіоналів вони не змінюються. Але, при цьому нейродинамічні властивості разом із біоенргетичними і показниками фізичної, техніко-тактичної підготовленості мають вплив на успішність ігрової діяльності футболістів фисокого рівня кваліфікації.

Отримані результати досліджень нейродинамічних, біоенергетичних властивостей, фізичної і техніко-тактичної підготовленості футболістів високого рівня кваліфікації вказують на залежність ефективності ігрової діяльності гравців від досліджуваних власти-

востей. Що вказує на необхідність здійснення постійного контролю за ефективності ігрової діяльності та функціональним станом комплексу техніко-тактичної, фізичної підготовленості нейродинамічних і біоенергетичних властивостей футболістів, як в ході тренувального процесу, так і під час змагань.

Отже, на основі результатів досліджень нами були розроблені модельні характеристики нейродинамічних, біоенергетичних властивостей, фізичної і техніко-тактичної підготовленості футболістів високого рівня кваліфікації. Між показниками індивідуально-типологічних властивостей ЦНС, біоенергетичних та технічної підготовленості і оцінкою ігрової діяльності футболістів високого рівня кваліфікації встановлено наявність значущих кореляційних зв'язків ($p<0,05$).

За умови складності і суперечливості організації такого підходу до створення модельних характеристик підготовленості команди простежуються деякі переваги, головна з яких − сформулювати модель змагальної діяльності футболістів високого рівня кваліфікації у межах вимог сучасного футболу.

Отже, результати нашого дослідження можуть конкретизувати процес підготовки гравців і команди, акцентуючи увагу на сильних та удосконаленні найбільш слабких ланок підготовленості, планувати програму тренувального процесу виразивши її у конкретних кількісних і якісних одиницях. На наступних етапах тренувального процесу відкривається можливість порівняти заплановані і фактичні зміни стану підготовленості футболістів. У цьому випадку тренувальний процес набуває керований характер підготовки і відповідає загальнотеоретичним вимогам управління [12, 13, 17].

Таким чином, здійснення контролю ігрової діяльності футболістів, стану нейродинамічних, біоенергетичних властивостей, фізичної, техніко-тактичної підготовленості допоможе знизити відсоток браку в тренерській діяльності, вивільнить спеціалістів від виконання не результативної роботи, забезпечить високу ефективність підготовки футболістів високого рівня кваліфікації.

Висновки

1. Отримали дані та розробили модельні характеристики нейродинамічних, біоенергетичних властивостей, фізичної і техніко-тактичної підготовленості футболістів високого рівня кваліфікації.

2. За окремими показниками нейродинамічних, біоенергетичних властивостей, показників фізичної і техніко-тактичної підготовленості та оцінками ігрової діяльності футболістів високого рівня кваліфікації встановили значущі кореляційні зв'язки ($p<0,05$).

3. Обгрунтовано можливості використання нейродинамічних, біоенергетичних властивостей, показників фізичної та техніко-тактичної підготовленості для комплексної оцінки і прогнозування успішності ігрової діяльності футболістів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ахметов Р.Ф. Особливості прогнозування результативності спортсменів як фактора підвищення ефективності навчально-тренувального процесу / Р.Ф. Ахметов // Молода спортивна наука України. – 2007. Вип.. 11, т.3. – С. 35- 45.
2. Годик М.А. Физическая подготовка футболистов / М.А. Годик. – М. : Человек, 2009. – 272 с.
3. Дулібський А.В. Моделювання тактичних дій у процесі підготовки юнацьких команд з футболу: автореф. Дис.. на здобуття наук. ступ. канд.. наук з фіз. вих. і спорту: спец. 24.00.01 „Олімпійський спорт" / А.В. Дулібський. – К., 2001. – 19 с.
4. Запорожанов В.А. Прогнозирование и моделирование в спорте / В.А. Запорожанов, В.Н. Платонов // Теорія спорта. – К.: Вища шк. 1987. – С. 350-371.
5. Коваль С.С. Исследование взаимосвязи физических качеств и технико-тактических действий юных футболистов 8-12 лет / С.С. Коваль // Слобожанський науково-спортивний вісник. – Харків, 2009. - No2. – С. 39-43.
6. Козина Ж.Л. Система индивидуализации подготовки спортсменов в игровых видах спорта / Козина Ж.Л. Lambert Academic Publishing Russia. – 2011. – 532 с.
7. Коробейников Г.В. Оцінювання психофізіологічних станів у спортсменів / Г. Коробейніков, Є.Приступа, Л.Коробейнікова, Ю.Бріскин. – Львів: ЛДУФК, 2013. – 312 с.
8. Лизогуб В.С., Нечипоренко Л. А., Пустовалов В.О., Супрунович В.О., Спеціальна підготовка та стан біоенергетики футболістів із різними типологічними властивостями вищих відділів центральної нервової системи // Наука і освіта, Одеса. – Випуск 8. – 2016. – С. 107-111.
9. Лисенчук Г.А. Управление подготовкой футболистов / Г.А. Лисенчук. – К.: Олимп. лит., – 2003. – 217 с.
10. Макаренко М. В.Онтогенез психофізіологічних функцій людини / М.В. Макаренко, В.С. Лизогуб. – Черкаси: Вертикаль, 2011. – 255 с.
11. Николаенко В.В. Рациональная система многолетней підготовки футболистов к достижению висшего спортивного майстерства / В.В. Николаенко. – К.: Саммит-книга, – 2014. – 336 с.
12. Пшибыльский В. Специальная физическая подготовка квалифицированных футболистов в подготовительном периоде тренировки / Пшибыльский В. // Наука в олимпийском спорте. – 2003. – № 1. – С. 23–27.
13. Селуянов В.Н. Футбол: проблемы физической и технической подготовки / В.Н. Селуянов, С.К. Сарсания, В.А. Заворова. – М.: „Интеллект", 2012. – 157 с.
14. Ровний А.С. Фізіологія спортивної діяльності / А.С. Ровний, В.М. Ільїн, В.С. Лизогуб, О.О. Ровна. – Харків. ХНАДУ. – 2015. – 556 с.
15. Романюк В.П. Прогнозування та моделювання у футболі за допомогою електронних таблиць Microsoft Excel: монографія, В.П. Романюк, А.А. Федецький. – Луцьк: Вежа-Друк. 2017. – 192 с.
16. Сергиенко Л.П. Основы спортивной генетики / Л.П. Сергиенко. – М.: Высш. шк., 2004. – 631 с.
17. Шамардін В.М. Технологія управління системою багаторічної підготовки футбольних команд вищої кваліфікації спорту : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора наук з фіз. виховання і спорту: спец. 24.00.01 „Олімпійський та професійний спорт" / В.М. Шамардін. – Львів, 2013. – 35 с.

REFERENCES

1. Akhmetov, R. Zh. (2007). The Peculiarities of Prognosticating the Athletic Effectiveness as a Factor of Stepping up the Potency of a Training Process. Young sports science of Ukraine. 11, 3. P.35- 45.
2. Godik, M. A. (2009). Physical training of football players. 272 p.
3. Dulybsky, A.V. (2001). Modeling of tactical actions in the process of training youth football teams. 19 p.

4. Zaporozhanov, V.A., Platonov, V.N. (1987). Prediction and modeling in sports. P.350-371.
5. Koval, S.S. (2009). Investigation of the interconnection of physical qualities, technical and tactical actions of young football players 8-12 years old. P. 39-43
6. Kozina, Zh.L. (2011). The system of individualization of the training of athletes in the game of sports. 532 p.
7. Korobeinikov, G., Pryptov, Y., Korobeinikova, L., Briskin, Yu. (2013). Special training and the state of bioenergetics of football players with different typological properties of the higher parts of the central nervous system. 312 p.
8. Lyzohub, V.S., Nechiporenko, L. A., Pustovalov, V.O., Suprunovich, V.O. (2016). Special training and the state of bioenergetics of football players with different typological properties of the higher parts of the central nervous system. P. 107-111
9. Lisenchuk, G.A. (2003). Management of football players training. 217 p.
10. Makarenko, M.V., Lyzohub, V. S. (2011). Ontogenesis of psychophysiological functions of a person. 255 p.
11. Nikolayenko, V.V. (2014). Rational system of long-term training of football players to achieve the highest sports skills. 336 p.
12. Przybylsky, V. (2003). Special physical training of qualified football players during the preparatory period of training. Science in Olympic Sports. P. 23–27.
13. Seluyanov, V.N., Sarsaniya, S.K., Zavorova, V.A. (2015). Football: problems of physical and technical training. 157 p.
14. Rovny, A.S., Ilyin, V.M., Lyzohub, V.S., Smooth, O.O. (2015). Physiology of sports activity. 556 p.
15. Romanyuk, V.P., Fedetskii, A. A. (2017). Prediction and Simulation in Soccer using Microsoft Excel Spreadsheets. 192 p.
16. Sergienko, L.P. (2004). Fundamentals of sports genetics. 631 p.
17. Shamardin, V.M. (2013). Technology of management of the system of long-term preparation of football teams of the highest sport qualification. 35 p.

Model characteristics of neyrodinamic, bioenergetic properties, physical and technical-tactical preparation of highly qualified football players

V. S. Lizohub, V. O. Pustovalov, T. V. Kozhemyako, N. P. Chernenko, V. V. Shpanyuk

Abstract. Question about application of a complex approach to modeling the game readiness of football players of high qualification is considered in the article. Data of neurodynamic, bioenergetic properties, indicators of physical and techno-tactical readiness were obtained and model characteristics of the researched properties for professional football players were developed. Significant correlations have been detected between neurodynamic, bioenergetic properties, indicators of physical and techno-tactical readiness and assessments of the success of gaming activity. The protocol of complex modeling of the training of football players of high qualification was developed based on experimental data. Possibilities of using neurodynamic, bioenergetic properties, indicators of physical and techno-tactical readiness were justified for the complex estimation and forecasting of the progress of the game activity of football players.

Keywords: *modeling, neurodynamic, bioenergetic properties, physical and techno-tactical readiness, assessment of the success of gaming activity.*

Иммуногистохимические особенности коллаген и фибронектин – синтезирующей функции эндометрия при разных схемах поддержки лютеиновой фазы

***А. С. Луцкий, И. В. Сорокина**

Kharkov National medical university, Ukraine
*Corresponding author. E-mail: lutskay.li10@gmail.com

Paper received 31.01.19; Accepted for publication 06.0219.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-16

Аннотация. Обследованы 50 женщин основной и 10 контрольной группы, которые участвовали в программе донорства ооцитов. Пациенткам основной группы были проведены схемы поддержки лютеиновой фазы различными прогестероновыми препаратами. Определяли иммуногистохимические маркеры наличия дефекта рецептивности эндометрия: коллагены III, IV типов и фибронектин. Определение коллаген и фибронектин- синтезирующей функции эндометрия способствует выбору оптимальной схемы поддержки лютеиновой фазы, что позволяет создать оптимальные условия для имплантации бластоцисты в период «окна имплантации».

Ключевые слова: *иммуногистохимические маркеры, прогестероновые препараты, имплантации бластоцисты.*

Эндометрий в естественном цикле претерпевает ряд морфологических и молекулярно-клеточных изменений. Весь процесс строго регулируется овариальными половыми стероидами – эстрадиолом и прогестероном. Одним из важнейших этапов нормального функционирования эндометрия является обширное ремоделирование тканей в ответ на повышение уровня прогестерона. Этот процесс включает секреторную трансформацию железистого эпителия с последующей децидуализацией стромальных клеток, которые в ответ экспрессируют так называемые маркеры децидуализации — пролактин, факторы роста, коллагены [1].

Децидуальные стромальные клетки активно участвуют в ремоделировании внеклеточного матрикса матки путем экспрессии разнообразных внеклеточных матриксных белков, таких как коллаген IV, фибронектин, ламинин и др. [2].

Любые отклонения в эндометрии способны повлечь за собой нарушения репродуктивной функции. Именно поэтому, по мнению многих исследователей, оценка состояния полости матки и эндометрия является необходимым этапом подготовки к программам вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ) [3].

В естественном менструальном цикле после овуляции формируется желтое тело, которое поддерживает гормональный фон женщины для наступления беременности. При экстракорпоральном оплодотворении (ЭКО) преовуляторные фолликулы аспирируют с целью получения ооцитов. Аспирируются также клетки гранулезы, которые должны формировать желтое тело. Мультифолликулярный рост при контролируемой стимуляции в циклах ЭКО приводит к высоким концентрациям прогестерона и эстрадиола, что приводит к снижению лютеинизирующего гормона (ЛГ). Дробящиеся эмбрионы попадают в полость матки и от того, какие там будут условия, зависит наступление беременности [4].

При ЭКО лютеиновая фаза требует поддержки, которая обеспечивается препаратами прогестеронового ряда. В настоящее время нет общепринятого стандарта в отношении дозирования и формы введения прогестерона. Стероидные гормоны и их ядерные рецепторы играют ключевую роль в поддержании лютеиновой фазы и восстановления нормальной структуры, функции и рецептивности эндометрия [5]. В связи с этим, дальнейшие исследования в этом направлении являются актуальными.

Цель исследования. Установление иммуногистохимических особенностей коллаген и фибронектин - синтезирующей функции эндометрия при различных схемах поддержки лютеиновой фазы.

Материал и методы исследования. Для проведения сравнительной оценки эффективности препаратов, которые применялись для подготовки эндометрия к имплантации, нами обследованы 50 женщин, составившие основную группу наблюдения, которые участвовали в программе донорства ооцитов. В контрольную группу вошли 10 доноров находящиеся в естественном менструальном цикле, которым поддержка лютеиновой фазы не проводилась.

Всем пациенткам основной группы перед получением ооцитов проводилась стимуляция суперовуляции. В день аспирации фолликулов начиналась поддержка лютеиновой фазы. Исследование эндометрия у женщин основной группы проводилось на 5 сутки, у доноров контрольной группы - на 5 сутки после овуляции.

Пациентки основной группы были разделены на 5 групп (по 10 человек в каждой). Средний возраст обследованных женщин составил 30,2±0,5 года, возраст менархе - 12,6±0,4 года. По характеру становления менструальной функции значимых различий между группами не отмечалось. Менструальная функция в виде регулярных менструальных циклов продолжительностью от 21 до 35 дней отмечалась у 98,6 % женщин со средней периодичностью менструального цикла 28,3±0,21 дня. Лишь у 1,4 % наблюдаемых пациенток 3,5 % были циклы по типу опсоменореи продолжительностью от 36 до 42 дней (в среднем 38,5±0,34 дня, $p>0,05$). Длительность менструальных кровотечений не превышала 7 дней у всех наблюдаемых женщин.

По структуре гинекологической и экстрагенитальной патологии существенных различий в группах выявлено не было.

В связи с тем, что иммуногистохимическими мар-

 ©| *A. S. Lutsky, I. V. Sorokina 2019*

керами наличия дефекта рецептивности эндометрия являются увеличение содержания интерстициального коллагена III и коллагена базальных мембран IV типа, мы решили исследовать содержание коллагенов Ш, 1У типов, а также фибронектина у наблюдаемых женщин.

У всех пациенток основной группы после получения ооцитов применялись различные медицинские препараты прогестеронового ряда, которые используются в репродуктологии для поддержки лютеиновой фазы.

В 1-ю группу вошли женщины, которые получали Дидрогестерон по 10 мг 3 раза в день перорально, во 2-й группе использовался высокоочищенный прогестерон для подкожного применения, который вводился по 25 мг (1 мл) 1 раз в сутки и 90 мг внутривлагалишного прогестерона в виде геля, в 3-й группе - микронизированный прогестерон в капсулах по 200 мг 3 раза в сутки per os, в 4-й группе - использовали внутривагинальный гель, содержащий 90 мг прогестерона , ежедневно 2 раза в сутки, в пятой группе женщины получали 1 мл 2,5% прогестерона дважды в день внутримышечно (в/м).

На 5 сутки от начала прогестероновой поддержки при помощи аспирационной пайпель-биопсии у всех пациенток получали эндометрий для иммуногистохимического исследования и определения содержания в нем коллагена Ш и 1У типов, а также фибронектина. У доноров контрольной группы эндометрий исследовали по тем же параметрам на 5 сутки после овуляции.

От каждого донора было поучено информированное добровольное письменное согласие на использование биоматериала в научных целях.

Иммуногистохимическое исследование проводили на парафиновых срезах, толщиной 5-6 мкм непрямым методом Кунса по методике Brosman (1979). Коллагены Ш и 1У типов, а также фибронектин типировали моноклональными антителами (МКА) к коллагенам Ш, 1У типов и к фибронектину (Novocastra Laboratories Ltd.). В качестве люминесцентной метки использовали F (ab) - 2 (фрагменты кроличьих антител против иммуноглобулинов мыши, меченных ФИТЦ). Препараты изучали в люминесцентном микроскопе “Axioskor 40”. Оптическую плотность иммунофлюоресценции коллагенов и фибронектина определяли по методу Губиной-Вакулик Г.И. и соавт., 2009 с помощью микроскопа “Axioskor 40” и программного обеспечения Biostat.exe .

Цифровые данные обработаны методами вариационной статистики. Статистический анализ проведен с помощью стандартного пакета программ Statgraphics.

Результаты и их обсуждение. При исследовании препаратов эндометрия, обработанных МКА к коллагену Ш типа во всех наблюдениях вне зависимости от групповой принадлежности, выявлялось специфическое свечение коллагена Ш типа в стромальном компоненте эндометрия. Несмотря на то, что локализация этого интерстициального коллагена не отличалась в зависимости от группы исследования, интенсивность флюоресценции стромы, где локализовался коллаген Ш типа в эндометрии женщин, получавших различные препараты, значительно варьировала (Табл. 1).

Как следует из таблицы 1, максимальна оптическая плотность коллагена Ш типа наблюдалась в строме эндометрия у женщин 1 группы, получавших Дидрогестерон по 10 мг 3 раза в день перорально (0,134±0,008 усл. ед.о.пл.). При этом микроскопически выявлялось в стромальном компоненте эндометрия специфическое свечение неравномерной интенсивности линейного и очагового характера Участки яркого свечения чередовались с зонами умеренного и даже слабого свечения (Рис. 1). Оптическая плотность свечения коллагена Ш типа, после проведения поддержки лютеиновой фазы прогестероновыми препаратами, повышалась у всех пациенток основной группы наблюдения, по сравнению с контролем (0,101±0,006), однако, оказалась минимальной в эндометрии женщин 2 группы женщин (0,104±0,006, p>0,05), получавших высокоочищенный прогестерон для подкожного применения, который вводился по 25 мг (1 мл) 1 раз в сутки и 90 мг внутривлагалишного прогестерона в виде геля.

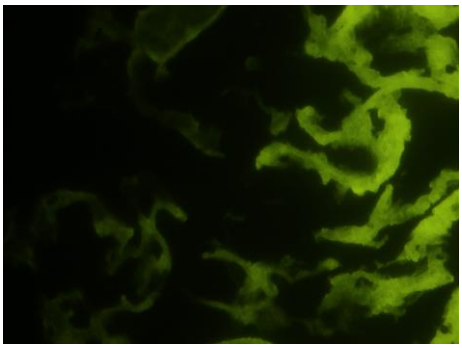


Рис. 1. Специфическое свечение неравномерной интенсивности коллагена Ш типа в стромальном компоненте эндометрия. Наблюдение 1-й группы. Непрямой метод Кунса с МКА к коллагену Ш типа х 650.

В стромальном компоненте эндометрия интенсивность иммунофлюоресценции коллагена Ш типа женщин 2-й группы, в люминесцентном микроскопе выявлялось преимущественно слабой интенсивности очагового характера свечения (Рис.2).

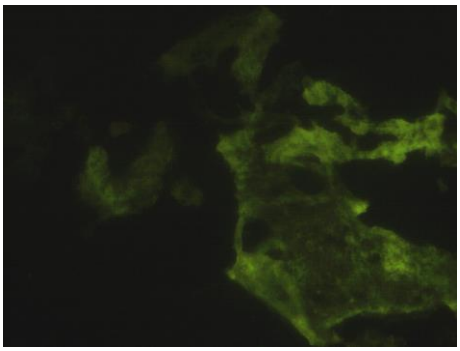


Рис. 2. Слабое специфическое свечение коллагена Ш типа в стромальном компоненте эндометрия. Наблюдение 2-й группы. Непрямой метод Кунса с МКА к коллагену Ш типа х 650

Анализируя оптическую плотность свечения коллагена Ш типа в 1-й, 3-й, 4-й и 5-й группах мы обратили внимание на то, что этот показатель оказался у них достоверно выше, по сравнению с 2-й и контрольной группами (P <0,05). При этом микроскопически выявлялось во всех вышеуказанных группах

свечение линейного или очагового характера неравномерной интенсивности, когда участки слабого свечения чередовались с умеренным (Рис.3).

При исследовании микропрепаратов эндометрия, обработанных МКА к фибронектину выявлялась неоднородная картина, зависящая от групповой принадлежности изучаемого материала. Специфическое свечение фибронектина в эндометрии всех изученных групп чаще всего было очаговым, реже имело линейный прерывистый характер, а его интенсивность была неравномерной - от слабой до яркой (Рис. 4, 5). Количественные показатели оптической плотности иммунофлюоресценции фибронектина представлены в табл. 1.

Максимальный показатель оптической плотности оказался в эндометрии женщин 1 группы (0,129±0,008), а минимальный – в эндометрии женщин контрольной (0,104±0,007) и 2-й группы (0,100±0,009). В остальных группах наблюдения, где женщины получали Дидрогестерон по 10 мг 3 раза в день перорально (1 группа), микронизированный прогестерон в капсулах по 200 мг 3 раза в сутки per os (3группа), внутривагинальный гель, содержащий 90 мг прогестерона ежедневно 2 раза в сутки в (4 группа) и 1 мл 2,5% прогестерона дважды день в/м (5 группа) оптическая плотность иммунофлюоресценции фибронектина также оказалась достоверно повышенной, по сравнению с контрольной группой (P <0,05).

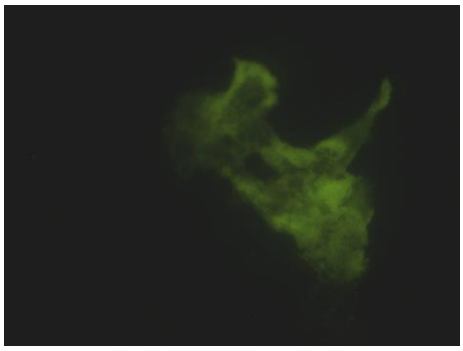


Рис. 3. Слабое и умеренной интенсивности специфическое свечение коллагена Ш типа в стромальном компоненте эндометрия. Наблюдение 4-й группы. Непрямой метод Кунса с МКА к коллагену Ш типа х 650

При исследовании микропрепаратов эндометрия, женщин, относящихся к разным группам исследования, обработанных МКА к коллагену 1У типа выявлялась более однородная картина.

Коллаген 1У типа во всех исследованных наблюдениях эндометрия локализовался в базальных мембранах сосудов (Рис. 6) и эпителии желез и выявлялся в виде линейного свечения неравномерной интенсивности, преимущественно яркой и умеренной (Рис.7).

При этом во всех наблюдениях отсутствовали зоны, характеризующиеся слабым свечением. О чем свидетельствуют достаточно высокие, по сравнению с таковыми для коллагена Ш типа, показатели оптической плотности иммунофлюоресценции коллагена 1У типа (Табл. 1).

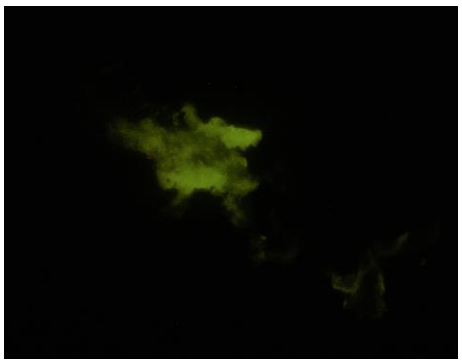


Рис. 4. Очаговое слабой и умеренной интенсивности свечение фибронектина в эндометрии наблюдения 5-й группы. Непрямой метод Кунса с МКА к фибронектину, х 650.

Однако, при анализе показателей оптической плотности свечения коллагена 1У типа в зависимости от групповой принадлежности, мы обнаружили достоверные различия. Так, максимальным оказался этот показатель в наблюдениях 1-й группы (0,192±0,007, P <0,05), минимальным – в наблюдениях 2-й группы (0,168±0,004, P > 0,05). Та же закономерность характерна и для интерстициального коллагена Ш типа. В остальных группах показатели оптической плотности коллагена 1У типа так же были выше такового в контрольной группе. При этом оптическая плотность свечения коллагена 1У типа в между показателями 3-й, 4-й и 5-й групп была практически одинаковой и достоверно была повышенной по сравнению с контролем (P <0,05).

Известно, что в эндометрии женщин с бесплодием, в частности обусловленным хроническим эндометритом, выявляется повышение содержания коллагена Ш типа в 2 раза, а коллагена 1У типа на 7,2% по сравнению с нормой [6]. В течение пролиферативной фазы менструального цикла коллаген Ш типа, наряду с другими интерстициальными коллагенами, (например, V и V1), а также фибронектин являются основными компонентами интерстициальной ткани эндометрия. Однако, по мере приближения «окна имплантации» коллагеновые волокна рассасываются, при этом межклеточное вещество становится менее вязким, что способствует успешной имплантации.

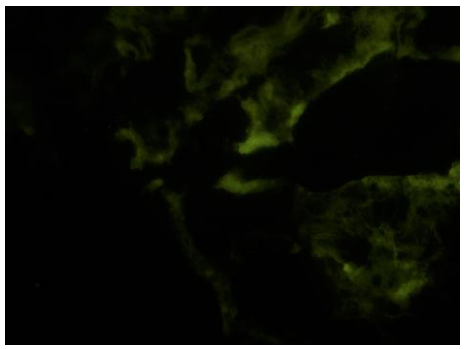


Рис. 5. Линейное свечение слабой и неоднородной интенсивности фибронектина в эндометрии наблюдения 2 группы. Непрямой метод Кунса с МКА к фибронектину, х 400

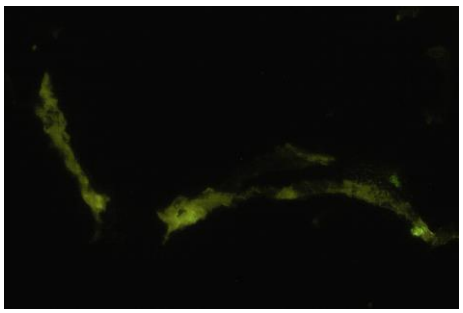


Рис. 6. Яркое специфическое свечение коллагена 1У типа в базальных сосудистых мембранах эндометрия. Наблюдение 2-й группы. Непрямой метод Кунса с МКА к коллагену 1У типа х 650

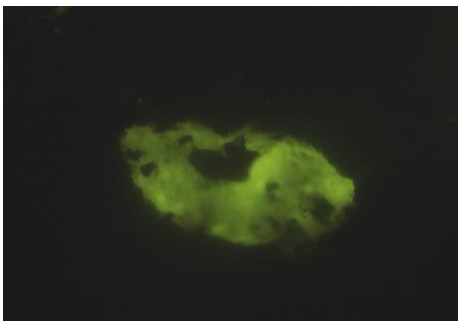


Рис. 7. Специфическое свечение коллагена 1У типа в железистой базальной мембране эндометрия. Наблюдение 4-й группы. Непрямой метод Кунса с МКА к коллагену 1У типа х 1000

Таблица 1. Показатели иммунофлюоресценции фибронектина, коллагена Ш и коллагена 1У типов в эндометрии в зависимости от группы наблюдения (усл. ед. оптической плотности)

Группы	Фибронектин	Коллаген Ш типа	Коллаген 1У типа
Контрольная	0,104±0,007	0,101±0,06	0,160±0,004
1 группа	0,129±0,008*	0,134±0,008*	0,192±0,007*
2 группа	0,100±0,009	0,104±0,006	0,168±0,004
3 группа	0,115±0,007*	0,111±0,004*	0,172±0,006*
4 группа	0,118±0,004*	0,114±0,008*	0,181±0,005*
5 группа	0,121±0,009*	0,117±0,008*	0,174±0,009*

*P <0,05 по сравнению с контрольной группой

Анализируя полученные результаты нашего исследования можно отметить следующее: при использовании высокоочищенного прогестерона для подкожного введения и 90 мг прогестерона виде геля для влагалищного исследования (2 группа), содержание коллагена Ш типа в строме эндометрия уменьшается максимально, по сравнению с другими группами наблюдения. Это может свидетельствовать о том, что данный вид гормональной поддержки благоприятно воздействует на процесс подготовки эндометрия к имплантации, а именно способствует рассасыванию коллагена Ш типа. Коллаген 1У типа уже давно является общепризнанным коллагеном базальных мембран, благодаря которому сосудистые и эпителиальные базальные мембраны характеризуются нерастворимостью и стабильностью, что очень важно для поддержания васкуляризации на определенном уровне с одной стороны, и трофики эпителия с другой. Эти процессы могут нарушаться как при дефиците, так и при избыточном накоплении коллагена 1У типа в составе базальных мембран [7].

Коллаген 1V типа не является интерстициальным коллагеном и для него не характерно рассасывание по мере приближения эндометрия к периоду готовности к имплантации. В наших наблюдениях содержание коллагена 1V типа в базальных мембранах сосудов и эпителия оказалось более высоким, чем коллагена Ш типа в строме эндометрия во всех группах наблюдения. При этом минимальным содержанием коллагена 1V типа отличался эндометрий женщин 2-й группы, значения оптической плотности которого практически не отличались от параметров контрольной группы наблюдения (P > 0,05).

Учитывая тот факт, что в остальных группах - 1-й, 3-й, 4-й и 5-й содержание коллагена 1У типа в сосудистых и эпителиальных базальных мембранах выше, чем в контрольной и 2-й группах, так же, как и коллагена Ш типа, действие препаратов в виде высокоочищенный прогестерон для подкожного применения, который вводился по 25 мг (1 мл) 1 раз в сутки и 90 мг внутривлагалишного прогестерона в виде геля, следует признать более благоприятными, по сравнению с другими схемами поддержки лютеиновой фазы прогестероновыми препаратами. Снижение содержания коллагена 1У типа в базальных сосудистых мембранах способствует этому процессу.

Из доступной литературы известно, что в нормальном эндометрии экспрессия фибронектина минимальна и равномерномерно выражена в фазе пролиферации. То же самое авторы отмечают при простой и сложной гиперплазии, тогда как при атипической гиперплазии экспрессия фибронектина была местами умеренной, а при гиперплазии на фоне хронического эндометрита - повышенной особенно в зонах склероза [8].

Анализируя содержание фибронектина в интерстициальном компоненте изученного нами эндометрия отметим следующее. В контрольной и 2-й группах наблюдения оптическая плотность свечения фибронектина оказалась минимальной, по сравнению с остальными группами (0,104±0,007 и 0,100±0,009 соответственно). Как известно, фибронектин относится к адгезивным белкам межклеточного матрикса, связывается с рецепторами клеток, а также с коллагенами, что позволяет называть его «молекулярным клеем». Нарушение адгезивных свойств межклеточного матрикса чревато развитием различной патологии. Очевидно, что для эндометрия контрольной и 2-й групп характерно снижение адгезивных свойств стромального компонента. В 1-й, 3-й, 4-й и 5-й группах показатели оптической плотности свечения коллагена Ш типа и фибронектина оказались максимальным и достоверно отличались от показателей контрольной и 2-й групп. Это свидетельствует о недоста-

точно эффективных проведенных схемах поддержки лютеиновой фазы у пациенток данных групп, что по-видимому, связано с достаточно высокими адгезивными свойствами стромального компонента эндометрия у этих женщин. Известно, что физиологическая имплантация обеспечивается в том числе и адгезивными свойствами фибронектина, а именно α4β1 и α5β1 — рецепторами [9].

Выводы. Иммуногистохимические исследования свидетельствуют о том, что оптимальной схемой подготовки эндометрия было сочетание высокоочищенного прогестерона для подкожного введения в дозе 25 мг и 90 мг прогестерона в виде геля (2 группа). Это подтверждается иммуногистохимическими признаками рассасывания коллагена III типа в строме эндометрия (достоверное снижение оптической плотности его свечения (P≤0,05), высокой степенью экспресии фибронектина и достоверно невысоким содержанием коллагена 1У типа в сосудистых базальных мембранах, которые практически не отличались от показателей контрольной группы. Данная схема поддержки лютеиновой фазы будет способствовать оптимальным условиям для имплантации бластоцисты в период «окна имплантации».

ЛИТЕРАТУРА

1. Sansilvestri–Morel, P. Imbalance in the synthesis of collagen type I and collagen type III in smooth muscle cells derived from human varicose veins / P. Sansilvestri–Morel, A. Rupin, P. Kern // J Vasc Res. – 2001. – V. 38. P. 560 – 568.
2. Puchtler, H. Light microscopic distinction between elastin, pseudoelastic (tip III collagen) and interstial collagen / H. Punchtler, S. Meloan, G. Pollard //Histochemistry. – 1976. – V.49. P. 1 – 14.
3. Mohammadi Sh. Maternal Nicotine Induces Collagen Type IV Changes in the Mice Lung Parenchyma and its Vessels // Tanaffos. – 2011. – Vol. 10. – № 2. P. 32-37.
4. Nikravesh M.R. Pattern of collagen IV expression in glumerular and mesangial basement membrane during fetal and postnatal period of BALB/c mice // Journal of Cell and Molecular Research. – 2009. – Vol. 1. – № 2. P. 90-95.
5. Achache H., RevelA.Endometrial receptivity markers the journey to successful embryo implantation// Hum.Reprod.Update.,2006.-Vol.12,N6. P.731-746.
6. Perin P.M., Maluf M., Czeresnia C.E., Sousa P.D. The effect of recombinant human luteinizing hormone on oocyte/embryo quality and treatment outcome in down-regulated women undergoing in vitro fertilization // Fertil. Steril. - 2003. - Vol. 80 (Suppl. 3), P. 76-77.
7. JieYu, SarahL. Berga, ErikaB. Johnston-MacAnanny, NeilSidell, IndraniC. Bagchi, MilanK. Bagchi, andRobertN. Taylor.Endometrial Stromal Decidualization Responds Reversibly to Hormone Stimulation and Withdrawal//Endocrinology. 2016 Jun; 157(6), P. 2432–2446.
8. Ottani V., Raspanti M., Ruggeri A. Collagen structure and functional implications // Micron. – 2001. – № 32 – P. 251 - 260.
9. Silva R., D'Amico G., Hodivala-Dilk e K.M., Reynolds L.E. Integrins: the keys to unlocking angiogenesis// Arterioscler Thromb Vasc Biol., 2008; 28 (10). P. 1703–1713.

Immunohistochemical features of collagen and fibronectin - the synthesizing endometry function at different schemes to support lute phase

A. S. Lutsky, I. V. Sorokina

Abstract. Fifty women of the main and 10 control groups who participated in the oocyte donation program were examined. Patients of the main group were given regimens for supporting the luteal phase with various progesterone preparations. Immunohistochemical markers for the presence of a defect in endometrial receptivity were determined: type III and type IV collagens and fibronectin. The definition of collagen and fibronectin-synthesizing function of the endometrium contributes to the choice of the optimal scheme for supporting the luteal phase, which allows creating optimal conditions for the implantation of the blastocyst during the "implantation window".

Keywords: *immunohistochemical markers, progesterone preparations, blastocyst implantation.*

SPORT

Перебудови в системі дихання спортсменів при адаптації до середньогір'я

***В. М. Ильїн[1], М. М. Філіппов[1], Г. В. Клименко[2]**

[1]Національний університет фізичного виховання і спорту України,
[2]Київський університет ім. Бориса Грінченка
*Corresponding author E-mail ilyin_nufvsu@ukr.net

Paper received 31.12.18; Accepted for publication 07.01.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-17

Анотація. Стаття присвячена вивченню особливостей функціонування системи дихання і енергетичного метаболізму у спортсменів при фізичному навантаженні в процесі адаптації до середньогір'я. Обстежено 12 спортсменів - борців на початку і в кінці тренувального збору в Приельбруссі (2100 м н.р.м). Досліджували газовий склад повітря, що видихається, і альвеолярного повітря, легеневу вентиляцію і її компоненти в процесі роботи поступово-зростаючої потужності від 50 до 250 Вт протягом 5 хв на велоергометрі і в період відновлення. Розраховували внесок аеробних і анаеробних компонентів в енергообмін при роботі. Характер змін споживання кисню при роботі і відновленні на початку і в кінці тренувального збору був схожим, але при повторному обстеженні швидкість перехідних процесів зросла, киснева вартість роботи знизилася, що стало проявом гіпометаболічної перебудови енергообміну. Виявлено, що на початку роботи різко знижується P_aO_2 і зменшується P_ACO_2, що свідчить про підвищення дифузійної здатності легень. В результаті активної адаптації при роботі зростала ефективність легеневого газообміну - зменшувався вентиляційний еквівалент за О2. Показано, що поєднаний вплив гіпобаричної гіпоксії і гіпоксії навантаження розширює функціональні можливості організму, а тренувальний ефект досягається за рахунок ремоделювання енергетичних ресурсів.

Ключові слова: *адаптація, фізична робота, зовнішнє дихання, газообмін, гіпометаболізм, аеробний і анаеробний обмін, , спортсмени, середньогір'я.*

Постановка проблеми. Відомо, що проведення тренувальних зборів в горах використовується в підготовці спортсменів як один з активних чинників підвищення працездатності [1], однак фізіологічні механізми впливу гірського клімату на організм спортсменів, у яких аеробна працездатність не є провідною, до цих пір залишаються маловивченими і суперечливими [7, 10,14]. Проте, тренери тих видів спорту, в яких працездатність не залежить від чисто аеробного метаболізму, також роблять спроби проведення тренувальних зборів в умовах середньогір'я, бажаючи отримати позитивний ефект в подальшій спортивній результативності, найчастіше ґрунтуючись на принципі «know how».

Виходячи з цього, **метою** даного дослідження було вивчення особливостей функціонування системи дихання у спортсменів і змін енергетичного метаболізму при роботі аеробно-анаеробного характеру на початковому і кінцевому етапах тритижневого перебування в горах.

Методи і організація досліджень. В обстеженні взяли участь 12 спортсменів з вільної боротьби, які в літній період протягом трьох тижнів перебували на навчально - тренувальному зборі в середньогір'ї (2100-2300 м н.р.м.). Спортсмени обстежувалися на базі Ельбруської медико-біологічної станції Міжнародного центру астрономічних і медико-екологічних досліджень НАН України (Приельбрусся, висота 2100 м н.р.м.) на початку і в кінці тренувального збору.

Фізична робота поступово-зростаючої потужності (від 50 до 250 Вт) моделювалася за допомогою велоергометра за наступною схемою обстеження: 5 хв - вихідний стан, 5 хв - навантаження, 10 хв - відновлення. Газовий склад вдихуваного, видихуваного і альвеолярного повітря визначали за допомогою мас-спектрографа МХ 6202 (Україна), легеневу вентиляцію – волюметра 45084 (Німеччина). Газообмін розраховували з приведенням отриманих значень до стандартних умов (STPD), легеневі обсяги - до умов тіла (BTPS). Кількісно оцінювали внесок аеробних і анаеробних джерел в енергообмін при м'язової діяльності [3].

Статистичну обробку результатів проводили с використанням програмного пакету SPSS 21.0 (IBM) і пакету Microsoft Exel.

Результати досліджень та їх обговорення. Аналіз показників функції зовнішнього дихання при фізичній роботі в початковий період перебування в горах показав, що споживання O_2 (VO_2) при роботі значно збільшувалося в період впрацьовування, потім зростання уповільнювалося. Аналогічний характер змін спостерігався при повторному обстеженні, проте швидкість перехідного процесу зросла, а VO_2 стало більш економним. Останнє свідчить про зниження кисневої вартості роботи в результаті активної адаптації в горах.

Загальний характер змін VO2 і виділення CO2 (VCO2) в динаміці роботи і відновлення був різним при першому і другому обстеженнях (рис.1). Так, після переїзду в гори було зафіксовано відставання VCO_2 від VO_2 в процесі роботи, потім - його перевищення в період відновлення. Така динаміка газообміну характеризує змішаний аеробно-анаеробний характер метаболічних процесів: поступове вичерпання окислювальних процесів при зростаючому навантаженні і явне накопичення продуктів метаболізму, що проявилося в період відновлення.

В альвеолярному повітрі при початковому обстеженні протягом першої хвилини роботи відбувалося різке падіння парціального тиску кисню (P_ACO_2) з 101 до 72 мм рт. ст. і значне підвищення парціального тиску вуглекислого газу (P_ACO_2) з 33 - до 54 мм рт ст. (рис.2), в кінці тренувального збору діапазон таких змін був меншим.

У період впрацьовування при першому обстеженні спостерігалося експоненціальне наростання хвилинного

©| *V. N. Ilin, M. M. Filippov, G. V. Klymenko 2019*

об'єму дихання V_E (рис.3) поряд з паралельним зростанням альвеолярної вентиляції.

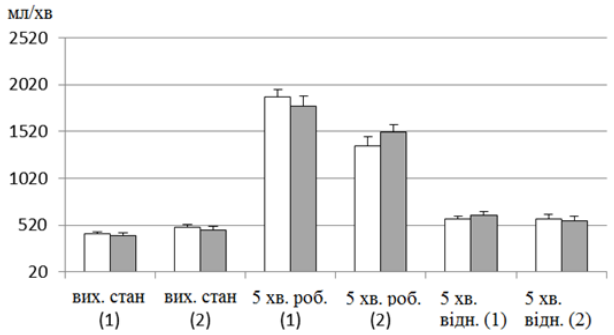


Рис. 1. Споживання O_2 (□)та виділення CO_2(■) на початковому (1) і заключному (2) етапах перебування в горах

В процесі продовження роботи, і особливо, в період відновлення, P_AO_2 поступово зростав до значень спокою, а P_ACO_2 - знижувався навіть до значень нижче вихідних. Характер таких змін на початку роботи міг свідчити про різке підвищення дифузійної здатності легень як для O_2 так і CO_2. Подібний ефект відбувається і на рівнині, тільки ступінь його виразності значно менший [4].

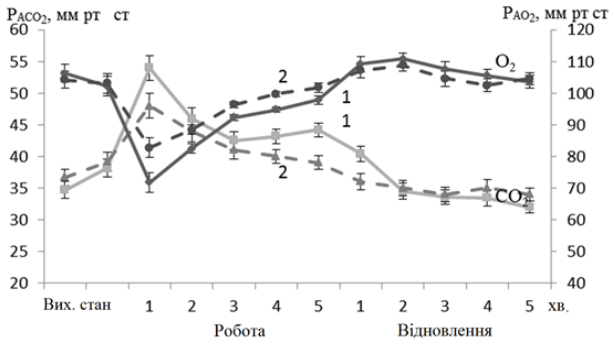


Рис. 2. Парціальні тиски O_2 і CO_2 в альвеолярному повітрі (■) на початковому (1) і заключному (2) етапах перебування в горах

Після адаптації такої паралельності не було, що може пояснюватися зменшенням фізіологічного мертвого дихального простору і свідчити про підвищення ефективності легеневого газообміну. Тобто, тритижневе перебування спортсменів в середньогір'ї характеризувалося значною оптимізацією функції зовнішнього дихання. Про це також свідчило зменшення вентиляційного еквіваленту за O_2 (рис.4).

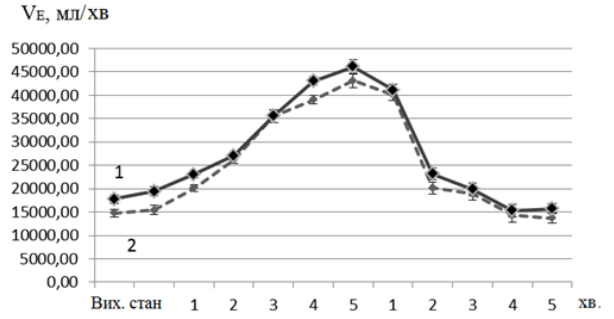


Рис. 3. Хвилинний об'єм дихання на початковому (1) і заключному (2) етапах перебування в горах

Відношення V_A/V_E як при першому, так і при повторному обстеженні на початку навантаження різко зростало і зберігалося таким до кінця (рис.5). Більш високий зріст альвеолярної вентиляція на початку роботи в горах призводить до різкого вимивання CO2 [9], при цьому нахил графіка залежності легеневої вентиляції від швидкості виділення CO2 в горах змінюється [2], відбувається перебудова регуляції дихання, в результаті чого зростає використання кисню в легенях [5]. Тобто, збільшення відношення V_A/V_E при роботі в умовах гіпоксичної гіпоксії необхідно в першу чергу не тільки для того, щоб збільшити PO_2, але і для того, щоб забезпечити надходження необхідної кількості кисню в альвеоли.

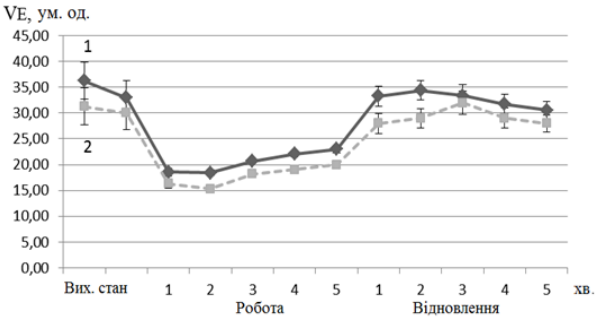


Рис. 4. Вентиляційний еквівалент за O_2 на початковому (1) і заключному (2) етапах перебування в горах

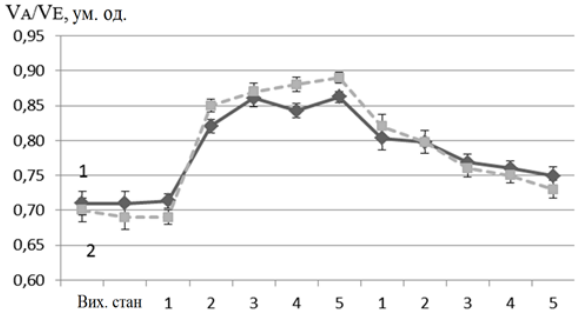


Рис. 5. Відношення V_A/V_E на початковому (1) і заключному (2) етапах перебування в горах

Також відомо, що при перебуванні в горах рефлекторно підвищується тонус судин в малому колі кровообігу [9,10], тому при роботі подоланням такого стану може бути венозний гіперкапнічний стимул, що формується, який призводить до розслаблення судин легенів і таким чином сприяє збільшенню об'ємного кровотоку, поліпшенню дифузії газів в легенях і, відповідно, підвищенню швидкості транспорту O_2 артеріальною кров'ю.

Характерною особливістю змін функціонування системи дихання в період відновлення є практично повне відновлення патерну дихання, про що свідчила нормалізація концентрації O2 і CO_2 в альвеолярному повітрі.

Більш високе, в порівнянні зі спокоєм, відношення в період відновлення V_A/V_E побічно могло свідчити про підвищення тонусу бронхіол [7]. І хоча факт підвищення V_A/V_E розглядається фізіологами і клініцистами як позитивний фактор, що характеризує економізацію функції зовнішнього дихання, він при роботі може свідчити про граничне використанні резервних можливостей зовнішнього дихання [13].

Тканинна гіпоксія, що виникає при м'язової діяльності, є пусковим механізмом для включення цілого каскаду клітинного ремоделювання: появи нових видів мітохондрій і білків [11], активації нових генів, що компенсують недолік O2 підвищенням анаеробного обміну [8,12]. У гірських умовах первинна тканинна

гіпоксія (гіпоксія навантаження [5]), що розвивається в результаті посиленого при роботі витрачення O_2 в м'язах, посилюється обмеженням можливостей киснево-транспортної системи організму в результаті гіпоксичної гіпоксії. Саме сполучення цих двох впливів і здійснює тренуючий фізіологічний ефект – розширення функціональних можливостей організма до спортивної діяльності.

Таким чином можна констатувати, що трьохтижневе тренування спортсменів в середньогір'ї привело до економізації функції системи дихання при м'язовій діяльності, розвитку гіпометаболічних реакцій, розширенню, крім аеробного енергообміну, і анаеробних механізмів, що в цілому забезпечило стійкість до гіпоксії і переносимість фізичних навантажень.

Підтвердженням такого ствердження з'явилися результати проведеного нами аналізу змін метаболічної структури енергетичного обміну у обстежених спортсменів при фізичному навантаженні. Так, якщо при першому обстеженні, починаючи з 2-ї хвилини роботи, відношення вкладу аеробних і анаеробних компонентів в енергообмін було приблизно однаковим (50/50), то при повторному - воно на 5-7% змістилося в бік анаеробного обміну (рис. 6). В літературі є вказівки [12] на те, що збільшення кровотоку через працюючі м'язи, серце і діафрагму при м'язовій діяльності в умовах гіпоксії супроводжується більш різким, ніж при нормальному PO_2 у вдихуваному повітрі, його зниженням через органи шлунково-кишкового тракту, печінку і нирки.

Здавалося б, такий розподіл є потужним компенсаторним механізмом, спрямованим на збільшення швидкості доставки O_2 до працюючих тканин, проте воно має і свої негативні сторони. В результаті обмеження кровотоку через печінку і нирки в значній мірі знижується швидкість утилізації в працюючих м'язах молочної кислоти, що утворюється, в крові збільшується концентрація іонів водню, зсувається кислотно-лужний стан в м'язах і крові і порушуються умови для утилізації O_2 [5]. Якщо враховувати, що в горах в здоровому організмі в спокої спостерігається газовий алкалоз, викликаний посиленням функції зовнішнього дихання і розвитком гіпокапнії, при цьому посилено вимиваються нирками луги [13], зменшується ємність бікарбонатного резерву. Це призводить до того, що при м'язовій діяльності погіршується здатність нирок і печінки утилізувати молочну кислоту. Так відомо, що на висоті 1700 м н.р.м. після навантаження вміст лактату в крові виявляється значно вищим, ніж на рівні моря [6]. Аналогічні результати були отримані і на більших висотах (2100 і 3500 м н.р.м.) [5].

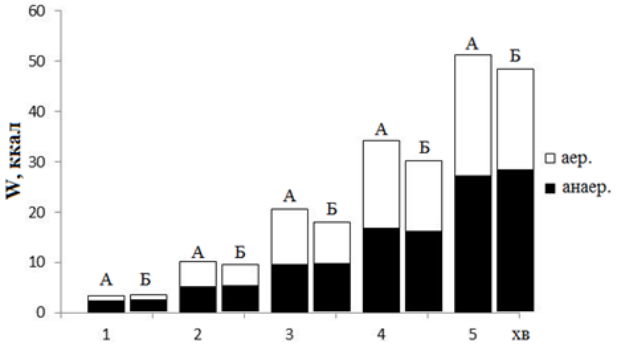


Рис. 6. Відношення аеробних та анаеробних компонентів в енергообміні на початку (А) та в кінці (Б) перебування в горах

Висновок. В результаті перебування спортсменів-борців на тренувальному зборі в середньогір'ї в організмі при роботі відбулися наступні позитивні функціональні зміни, що характеризують гіпометаболіческій ефект: більш економною стала функція зовнішнього дихання, знизився відносний внесок в загальну систему енергозабезпечення організму аеробного компонента на тлі зростання анаеробного, підвищилася стійкість як до гіпоксичної гіпоксії так і до гіпоксії навантаження, що важливо для спортивної результативності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Булатова М.М., Платонов В.Н. Спортсмен в различных климатогеографических условиях. – Киев.: Олимпийская литература 1996. – 177с.
2. Ільїн В.М., Портніченко В.І., Черкес Л.І. Особливості змін зовнішнього дихання у висококваліфікованих спортсменів в умовах середньогір‘я // – Фізіологічний журнал НАН України. – 2006. – 52. - №2. – С.201-202.
3. Мищенко В.С., Левин Р.Я., ,Ноур А.М. Лактатный порог и его использование для управления тренировочным процессом: Метод.рекоменд. (под ред. Полищука Д.А.). – Киев:Абрис, 1997,-Вып.4. – 58с.
4. Мищенко В.С., Лысенко Е.Н., Виноградов В.Е. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировке в спорте. – Киев: Науковий світ, 2007.- 352с.
5. Филиппов М.М., Давиденко Д.Н. Физиологические механизмы развития и компенсации гипоксии в процессе адаптации к мышечной деятельности –СПб.-Киев: БЛА, 2010.- 260с.
6. Финогенов В.С., Козловская В.С., Любимова В.С. Особенности некоторых метаболических процессов и их взаимосвязь с мощностью работы, выполняемой в различные сроки приспособления гребцов к среднегорью.//Мед.-биол. проблемы физич.культры и спорта (Алма-Ата).-1978.-№6.—С.107-118.
7. Robergs R.A., Roberts S.O. Fisiologia de Exercicio.–San Paulo: Phorte Editore, 2002.- 490p.
8. Mason SD, Rundqvist H, Papandreou I and al. HIF-1alpha in endurance training: suppression of oxidative metabolism//Am.J.Physiol.Regul.Integr.Comp.Physiol.-2007,- T.293,-N5 –P.2059-2069.
9. Friedmann B, Frese F, Menold E, Bärtsch P. Effects of acute moderate hypoxia on anaerobic capacity in endurance-trained runners//Eur.J.Appl.Physiol.- 2007,T101,N1.-P.67-73.
10. Loffredo BM, Glazer JL. The ergogenics of hypoxia training in athletes// Curr.Sports.Med.Rep.- 2006,-T5, N4.-P.203-209.
11. Semenza G.L. Mitochondrial autophagy: life and breath of the cell//Autophagy.-2008, T4, N4. –P.534-536.
12. Semenza G.L. Regulation of physiological responses to continuous and intermittent hypoxia by hypoxia-inducible factor 1//Exp.Physiol.-2006.-T91.-N5.-P.803-806.
13. Robergs R.A. Roberts S.O. Fisiologia de Exercicio –San Paulo: Phorte Editore,2002.- 490p .
14. Wilber RL Application of altitude/hypoxic training by elite athletes//Med.Sci.Sports.Exerc.- 2007.- T39.-N9. –P.1610-1624.

REFERENCES

1. Bulatova MM, Platonov V.N. Athlete in various climatogeographical conditions. - Kiev .: Olympic literature 1996. - 177s.
2. Ilyin VM, Portnichenko VI, Cherkess L.I. Peculiarities of changes in external breathing in highly skilled athletes in conditions of

middle mountains // Physiological journal of the National Academy of Sciences of Ukraine. - 2006. - 52. - №2. - S.201202.
3. Mishchenko V.S., Levin R.Ya.,, Nour A.M. Lactate threshold and its use to control the training process: Method.rekmend. (ed. Polishchuk DA). - Kiev: Abris, 1997, -Pyp.4. - 58s.
4. Mishchenko V.S., Lysenko E.N., Vinogradov V.E. Reactive properties of the cardiorespiratory system as a reflection of adaptation to intense physical training in sports. –Kiev: Science Union, 2007.- 352c.
5. Filippov MM, Davidenko D.N. Physiological mechanisms of development and compensation of hypoxia in the process of adaptation to muscle activity –SPb.-Kiev: BLA, 2010.-260c.
6. Finogenov V.S., Kozlovskaya V.S., Lyubimova V.S. Features of some metabolic processes and their relationship with the power of work performed at different times of adaptation of rowers to the middle mountains.// Med.-Biol. problems of physical culture and sports (Alma-Ata) .- 1978.-no. 6. —S.107-118.

Adjustments in the respiratory system of athletes when adapting to the middle mountains

V. N. Ilin, M. M. Filippov, G. V. Klymenko

Abstract. The article is dedicated to study features of the respiratory system function and energy metabolism changes in athletes at loading during middle altitude adaptation. Tvelwe athletes - wrestlers were investigated at the beginning and at the end of training camps in Elbrus region (2100 m asl). Gas exchange and pulmonary ventilation in athletes were registered during bicycle ergometer loading of stepwise increasing power (50 to 250 watts for 5 min) and in the recovery period (10 min). The contribution of aerobic and anaerobic components in the energy metabolism during exercises was calculated. Statistical analysis was performed using software package SPSS 21.0 (IBM) and Microsoft Excel 2010. The changes in oxygen consumption during exercise loading and recovery at the beginning and at the end of the training camps were similar, but the re-testing showed increased rate of transient processes, and decreased oxygen cost of the work that evidenced hypometabolic rebuilding of energy metabolism. It was revealed that at the beginning of exercise dramatically decreased ^{PAO2} and attenuated PACO2 indicating the rise of lung diffusion capacity. As a result of the active adaptation, at exercise loading the efficiency of pulmonary gas exchange was raised due to decreased O2 ventilation equivalent. It was shown that the combined effect of hypobaric hypoxia and loading hypoxia extends the functionality of the body, and the training effects are achieved due to the rebuilding of energy resources.

Keywords: *adaptation, physical work, external respiration, gas exchange, aerobic and anaerobic metabolism, athletes, middle mountains.*

Удосконалення техніко-тактичної підготовки футболістів групи підвищен-ня спортивної майстерності

І. М. Скрипка, М. Б. Чхайло, І. М. Кравченко, В. В. Гладов

Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, г. Суми, Україна
*Corresponding author. E-mail: iraskripka1986@gmail.com

Paper received 31.01.19; Accepted for publication 06.02.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-18

Анотація. У статті розглянута проблема формування та удосконалення всіх сторін підготовки футболістів під час їх навчання в вузі, що займає провідне місце в педагогічному процесі. Підтверджено популярність оздоровчого спортивного руху в Україні серед студентської молоді, який висуває нові вимоги до методики підготовки студентів у вищих навчальних закладах спортивного профілю. Встановили, що навчально-виховний процес інститутів та академій фізичного виховання спрямований на удосконалення та розвиток спортивної підготовки студентів їх розумових і фізичних здібностей тощо. Визначено, що підготовка студентської футбольної команди – багатокомпонентний процес успіх якого залежить саме від реалізації завдань фізичної, технічної, тактичної, психологічної, теоретичної та змагальної підготовки спортсменів.

Ключові слова: *футбол, техніка, тактика, студенти, змагання.*

Українські студенти-спортсмени сьогодні є одними з лідерів у міжнародному студентському спорті, посідаючи в загальнокомандному заліку місця у першій десятці. Разом з тим у сучасній вітчизняній науково-методичній літературі недостатньо висвітлюються й аналізуються проблеми розвитку студентського спортивного руху [6].

Поширення оздоровчого спортивного руху в Україні, який в останній час є популярним серед студентської молоді висуває нові вимоги до методики підготовки студентів у вищих навчальних закладах. Навчально-виховний процес інститутів та академій фізичного виховання спрямований на удосконалення та розвиток спортивної підготовки студентів їх розумових і фізичних здібностей тощо. Проблему формування та удосконалення всіх сторін підготовки спортсменів-студентів та впливу занять спортом на підвищення рівня рухової активності під час їх навчання в вузі розглянуто Степанюком С.І. [6], Гученко Г.Б. та Скрипкою І.М. [1]. За даними науковців [2, 5, 6, 8] з метою вирішення проблем розвитку спорту серед студентів, що навчаються у ВНЗ, необхідно проаналізувати історію розвитку міжнародного та національного студентського спорту та вивчити дані про здобутки українських спортсменів-студентів на внутрішній та міжнародній спортивних аренах .

Серед численних видів спорту, що культивуються в ВНЗ, футбол завжди мав велику популярність серед студентів. Студенти, які зараховуються до спортивних вузів мають різну кваліфікацію, в командних іграх спорту постійно оновлюється склад команд, пов'язаних термінами навчання та індивідуальної зацікавленістю в заняттях обраним видом спорту це потрібно враховувати при підготовці студентів в групах ПСМ. Актуальність роботи полягає в тому, що раціональне використання доступних для студентів спеціальних вправ та технічних дій, що застосовуються на тренуваннях в групах спортивного удосконалення з футболу дозволяє значно поліпшити їх спортивну підготовку і тим самим підвищити їх спортивну кваліфікацію. У зв'язку з цим актуальність, практична і теоретична значущість, недостатня розробленість поставленої проблеми удосконалення техніко-тактичної підготовки спортсменів футболістів є актуальною темою дослідження, яка потребує подальшого вивчення.

Мета дослідження – розробити та вдосконалити методику технічної та тактичної підготовки футболістів групи підвищення спортивної майстерності та визначити її вплив на підвищення результатів змагальної діяльності спортсменів.

Для розв'язання поставленої мети були поставлені такі **завдання**:

1. Аналіз науково методичної літератури з проблеми дослідження.

2. Розробити методику для покращення показників техніко-тактичної підготовки футболістів в підготовчому періоді спортивного тренування.

3. Експериментально перевірити ефективність розробленої експериментальної методики та її вплив на змагальну діяльність футболістів.

Матеріал і методи дослідження. Педагогічний експеримент проводився на базі ННІФК м. Суми. У дослідженні прийняли участь спортсмени збірної ННІФК СумДПУ імені А.С. Макаренко різної кваліфікації (I-II дорослі розряди), які були однорідні за віком (18-22 років), стажу зайняття (6-8 років).

В даному дослідженні були застосовані наступні методи дослідження: методи теоретичного аналізу й узагальнення даних науково-методичної літератури та документальних матеріалів; педагогічне тестування, педагогічний експеримент; методи математичної статистики.

Результати дослідження та їх обговорення. Підготовка студентської футбольної команди – багатокомпонентний процес успіх якого залежить від реалізації багатьох завдань, а саме: фізичної, технічної, тактичної, психологічної, теоретичної та змагальної підготовки спортсменів. А реалізація цих завдань залежить від уміння тренера застосовувати певні засоби і методи у залежності від контингенту спортсменів і умов, у яких проводиться тренування. Слід зауважити, що спортивна підготовка включає: систему тренувань; систему змагань; систему чинників, що підвищують ефективність тренувальної і змагальної діяльності. Приблизний зміст тижневого мікроциклу загально-підготовчого етапу поданий в таблиці 1.

© I. M. Skripka, N. B. Chaylo, I. N. Kravchenko, V. V. Gladov 2019

Таблиця 1. Структура мікроциклу загально-підготовчого етапу для студентів групи підвищення спортивної майстерності

День тижня	Переважна спрямованість	Тривалість хв.	Навантаження
Понеділок	Теоретичне заняття згідно з теоретичним планом. Розвиток швидкості, гнучкості: естафети, рухливі ігри з м'ячем, акробатичні вправи Удосконалення індивідуальної технічної майстерності: ведення зупинки передачі обведення та ігрові вправи. групові техніко-тактичні дії.	120	Мале
Вівторок	Розвиток швидкісно-силових здібностей: вправи вибухового характеру: стрибки; вправи з опором 4х3, 5х2., спортивні ігри (гандбол, баскетбол.)	90	Велике
Середа	Удосконалення техніко-тактичної майстерності:: удари по м'ячу, зупинки – удари в ціль. Ігрові вправи 4х2, 4х4, 5х5 без воріт, на одні ворота, на двоє воріт.	90	Середня
Четвер	Удосконалення технічної майстерності індивідуально та в парах. Удосконалення техніко-тактичної майстерності у вправах найбільш наближених до гри. Розвиток загальної та спеціальної витривалості в ігрових вправах.	90	Велике
П'ятниця	Теоретичне заняття згідно з теоретичним планом. Удосконалення технічної майстерності: ведення-удар-передача-зупинка-удар в ігрових вправах, розвиток рухових якостей (старти, прискорення, естафети, рухливі та спортивні ігри).	90	Середнє
Субота	Удосконалення техніко-тактичної навичок у контрольних та навчальних іграх	90	Велике
Неділя	Активний відпочинок та відновлювальні заходи..	-	-

В техніко-тактичних заняттях футболістів груп спортивного удосконалення до яких відносяться спортсмени різної кваліфікації повинні бути частими вправи, які спрямовані на вдосконалення «скритих» середніх та довгих передач м'яча різними способами. В індивідуальних та колективних вправах з виконанням завершального удару обов′язкові завдання на точність. Вправи стереотипного характеру, без певного тактичного змісту, що не сприяє підвищенню техніко-тактичної підготовленості футболістів, мають займати найменше тренувального часу спортсменів.

Удосконалювання технічної підготовленості футболістів груп ПСМ відбувалась за рахунок: застосування розробленої методики і засобів удосконалювання і розвитку індивідуальної майстерності футболістів; раціонального співвідношення командних, коаліційних та індивідуальних занять. Індивідуальна підготовка футболістів збірної команди «Сумихімпром-СДПУ» здійснювалась за рахунок: розвитку рухових здібностей (швидкісних, швидкісно-силових, координаційних і ін.) до необхідного рівня; удосконалювання ведучих технічних прийомів футболістів; розширення варіативності і надійності застосування тактико-технічних прийомів; виправлення недоліків у функціональній і техніко-тактичній підготовленості. Навчання й тренування футболістів груп ПСМ під час спортивної підготовки в вузі припускає різноманітні методи виконання фізичних вправ, виховання морально-вольових якостей, навчання техніки й тактики гри. Вибір методів визначається завданнями й змістом навчально-тренувального процесу, умовами проведення занять і ступенем підготовленості студентів. В опануванні футболістами систематичних знань і рухових навичок значне місце відводиться словесним методам (пояснення, бесіда, короткі зауваження, лекція) і методам наочності (показ досліджуваного прийому тренером або добре підготовленим спортсменом, застосування відео зйомок).

Під час розучування технічних і тактичних прийомів основним методом є метод вправи, тобто повторне виконання прийомів і дій. Причому повторення можна здійснювати за допомогою цілісного, розчленованого, змагального й ігрового методів. Наприклад, нескладні технічні прийоми й тактичні дії можна розучувати в основному в цілісному вигляді. Під час навчання складних прийомів застосовували розчленований метод. Він також був дуже ефективний в процесі розучування командних тактичних дій. Важливе місце у навчально-тренувальній роботі над технікою з футболістами груп ПСМ зайняв ігровий метод. Його сутність в тому, що вдосконалювання техніко-тактичних дій здійснювалася в ускладненій обстановці (рухливі ігри, естафети, ігрові вправи, навчальні ігри). Близький до цього методу є змагальний метод, який полягав в тому, що технічні прийоми й тактичні дії закріплювались й удосконалювались в умовах змагань.

Підвищення рівня спеціальної працездатності студентів-футболістів під час занять за розробленою методикою відбувалось за рахунок: доцільного співвідношення засобів і методів тренувального впливу; оптимального співвідношення спрямованості тренувальних занять у циклах та мікроциклах спортивної підготовки; використання біологічних закономірностей між процесами стомлення і відновлення в ході реалізації навчально-тренувального процесу; певної спрямованості тренування з чіткою регламентацією кожного навчально-тренувального заняття; удосконалення системи комплексного контролю тренувальної і змагальної діяльності футболістів; удосконалювання медико-біологічного забезпечення; застосування комплексу відновлювальних заходів.

З метою оцінки і реєстрації технічної характеристики зрушень у рівні тренованості і фізичної підготовки футболістів та розробки відповідного плану їх підготовки використовували етапний контроль таблиця 2. При тестуванні технічного елементу ведення

м'яча по прямій на дистанції 30 м середнє значення результату становило 7,1 с до початку експерименту, а після його закінчення – 6,0 с. Згідно з отриманими результатами контрольного тестування щодо ведення м'яча з ударом по воротах, середнє значення результатів у групі становило до впровадження розробленої методики – 6,7 с. По закінченню експерименту результати статистично покращились – 9,20 с. Визначаючи результати тестування удар по м'ячу на дальність до експерименту виявлено низький рівень результатів, що пов'язано з різним рівнем підготовленості студентів у групах ПСМ (кількість попадань з 10 спроб). Проте зіставлення отриманих у дослідженні даних до та після впровадження експериментальної методики, вони суттєво покращились на 5 м у зв'язку з відпрацюванням техніки ударів та розвитком силових здібностей спортсменів.

Таблиця 2. Контрольні вправи для оцінки технічної підготовленості футболістів груп ПСМ

№ п/п	Тестове завдання	До педагогічного експерименту	Після педагогічного експерименту	достовірність
1.	Ведення м'яча по прямій на дистанції 30 м,с.	7,1±0,6	6,0±0,3	p<0,05
2.	Удари по м'ячу у задану ціль після ведення, к-сть попадань з 10 спроб.	6,7±0,4	9,2±0,4	p<0,05
3.	Удари по нерухомому м`ячу, м.	19,0±1,0	24,0 ±1,0	p<0,05

Зміст тренувального процесу визначається змістом змагальної діяльності, ігровими змагальними діями та умовами їх ефективного виконання. Взаємозв'язок тренувальної і змагальної діяльності забезпечується за допомогою інтегративної підготовки, вищою формою якої є навчальні, контрольні та змагальні ігри [7]. Названі ігри дають змогу максимально реалізувати тренувальні ефекти технічної та інших сторін спортивної підготовки в цілісній змагальній діяльності. Саме тому, було проведено аналіз змагальної діяльності футболістів груп підвищення спортивної майстерності СДПУ (табл. 3.).

Ми проаналізували результати виступу команди «Сумихімпром-СДПУ»на чемпіонаті України з футзалу серед команд 2 ліги 2017-2018 року після застосування розробленої методики. У змаганнях брало участь 24 команди, команда «Сумихімпром-СДПУ» ввійшла у вісмірку кращих серед команд 2 ліги. Після аналізу результатів було визначено кращого гравця «Сумихімпром-СДПУ» - Завгородній Денис кількість забитих голів в якого складали 8 з 26 забитих на змаганнях. Високі результати збірної команди «Сумихімпром-СДПУ» в змаганнях вказує на ефективність застосування методики підготовки спортсменів групи ПСМ з футболу, які є членами збірної команди «Сумихімпром-СДПУ».

Таблиця 3. Таблиця результатів на змаганнях Чемпіонату України ІІ ліги 2018 з фут залу

Команда	**Кількість ігор**	**Перемоги**	**Нічія**	**Поразки**	**Забиті голи**	**Пропущені голи**	**Бали**
«Рятувальник» (Ромни)	6	5	0	1	39	18	15
Сумихімпром-СДПУ (ННІФК)	6	3	1	2	26	21	10
«Локомотив» (Конотоп)	6	3	1	2	28	23	10
Академія ЧНТУ (Чернігів)	6	0	0	6	12	43	0

Висновки. В результаті аналізу змагальної діяльності футболістів груп ПСМ визначено кращого гравця за підсумками 2017-2018 року. Завгородній Денис на Чемпіонаті України серед команд другої ліги забив 8 з 26 забитих голів на змаганнях. Високі результати збірної команди «Сумихімпром-СДПУ» в змаганнях вказує на ефективність застосування методики підготовки спортсменів. У спортсменів також підвищились показники техніко-тактичної підготовки, а саме при тестуванні технічного елементу ведення м'яча по прямій на дистанції 30 м середнє значення результату становило 7,1 с до початку експерименту, а після його закінчення – 6,0 с.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гученко Г.Б. Рухливі ігри як засіб підвищення рухової активності студенток педагогічних спеціальностей / Г.Б. Гученко, Скрипка І.М. // Науковий часопис НПУ М.П. Драгомнова. – 2018. – Випуск 3К(97). – С.167-171.
2. Коваленко І.М. Лапицький В.О. Ефективність впливу розробленої методики на техніко-тактичну підготовку воротарів у фут залі. // Зб. наук.праць Фізична культура, спорт та здоров'я нації. – 2017. №. 2, 84-86.
3. Костюкевич В.М. Теорія і методика спортивної підготовки (на прикладі командних ігрових видів спорту). Вінниця: Планер, 2014, 616.
4. Костюкевич М., Шамардін В.М., Воронова В.І., Догадайло В.Г. Футбол: навчальна програма для дитячо-юнацьких спортивних шкіл, спеціалізованих дитячо-юнацьких спортивних шкіл олімпійського резерву та шкіл вищої спортивної майстерності. – Київ: Республіканський науково-методичний кабінет. – 2015. – 148 с.
5. Кравченко І.М., Гончаренко О.М. Гладов В.В. Застосування засобів футболу у фізичному вихованні студентів вищих навчальних закладів гуманітарного профілю // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова, К. : Видво НПУ ім. М. П. Драгоманова, - 2018, Вип. 6 (100) 14. – С. 42–45.
6. Степанюк С.І. Студентський спортивний рух: історія, сьогодення та майбутнє. – Херсон: Видавництво ХДУ, 2006. – 132 с.

7. Чхайло М. Б., Кравченко І. М., Гладов В. В. Удосконалення технічної підготовки футболістів збірної команди України з вадами зору // Електроний науковий журнал «Спортивні ігри». – Харків, № 4 (10). – 2018. – С. 51-59.
8. Krivoruchko NV, Masliak IP, Bala TM, Skripka IN, Honcharenko VI. The influence of cheerleading exercises on the demonstration of strength and endurance of 15-17-year-olds girls. Physical education of students, 2018; 22(3):127–133.

REFERENCES

1. Huchenko H.B. Rukhlyvi ihry yak zasib pidvyshchennya rukhovoyi aktyvnosti studentok pedahohichnykh spetsial′nostey / H.B. Huchenko, Skripka I.M. // Naukovyy chasopys NPU M.P. Drahomnova. – 2018. – Vypusk 3K(97). – S.167-171.
2. Kovalenko I.M. Lapyts′kyy V.O. Efektyvnist′ vplyvu rozroblenoyi metodyky na tekhniko-taktychnu pidhotovku vorotariv u fut zali. // Zb. nauk.prats′ Fizychna kul′tura, sport ta zdorov″ya natsiyi. – 2017. №. 2, 84-86.
3. Kostyukevych V.M. Teoriya i metodyka sportyvnoyi pidhotovky (na prykladi komandnykh ihrovykh vydiv sportu). Vinnytsya: Planer, 2014, 616.
4. Kostyukevych M., Shamardin V.M., Voronova V.I., Dohadaylo V.H. Futbol: navchal′na prohrama dlya dytyacho-yunats′kykh sportyvnykh shkil, spetsializovanykh dytyacho-yunats′kykh sportyvnykh shkil olimpiys′koho rezervu ta shkil vyshchoyi sportyvnoyi maysternosti. – Kyyiv: Respublikans′kyy naukovo-metodychnyy kabinet. – 2015. – 148 s.
5. Kravchenko I.M., Honcharenko O.M. Hladov V.V. Zastosuvannya zasobiv futbolu u fizychnomu vykhovanni studentiv vyshchykh navchal′nykh zakladiv humanitarnoho profilyu // Naukovyy chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova, K. : Vyd-vo NPU im. M. P. Drahomanova, - 2018, Vyp. 6 (100) 14. – S. 42–45.
6. Stepanyuk S.I. Student·s′kyy sportyvnyy rukh: istoriya, s′ohodennya ta maybutnye. – Kherson: Vydavnytstvo KHDU, 2006. – 132 s.
7. Chkhaylo M. B., Kravchenko I. M., Hladov V. V. Udoskonalennya tekhnichnoyi pidhotovky futbolistiv zbirnoyi komandy Ukrayiny z vadamy zoru // Elektronyy naukovyy zhurnal «Sportyvni ihry». – Kharkiv, № 4 (10). – 2018. – S. 51-59.

Improvement of technical and tactical training of footballers of the group of increasing sporting skills

I. M. Skripka, N. B. Chaylo, I. N. Kravchenko, V. V. Gladov

Abstract. The article deals with the problem of formation and improvement of all sides of the preparation of football players during their studies in the university, which occupies a leading place in the pedagogical process. The popularity of the sporting sporting movement in Ukraine among the student youth has been confirmed, which puts forward new requirements for the methodology of training students in higher educational establishments of a sports profile. It was established that the educational process of institutes and academies of physical education is aimed at improving and developing the sports training of students of their mental and physical abilities, and so on. Then, as the preparation of a student football team is a multicomponent process, the success of which depends on the realization of the tasks of physical, technical, tactical, psychological, theoretical and competitive training of athletes.

Keywords: *football, technique, tactics, students, competitions.*

TECHNICAL SCIENCE

Method of applying two-step variational-gradient method to dynamic models in decision support systems

***N. B. Dakhno, T. V. Maisak, H. V. Shevchenko, O. V. Svynchuk**

State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman, Kyiv, Ukraine
*Corresponding author. E-mail: Nataly.Dakhno@ukr.net

Paper received 31.01.19; Accepted for publication 08.02.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-19

Abstract. Dynamic models of decision support systems for controlling unmanned aerial vehicles are considered. Dynamic models are described by equations with K-positive definite K-symmetric operators. The method of two-step variational-gradient type application, which consists of algorithms and corresponding block diagrams, is presented. The developed method provides an opportunity to optimally implement a two-step variational-gradient method in the process of automating control of unmanned aerial vehicles.

Keywords: *dynamic models, decision support system, flight mission, unmanned aerial vehicles, variation-gradient method.*

Introduction. Systems of support and decision-making are a qualitatively new level of automation of managerial decisions with remote control of unmanned aerial vehicles (UAVs). The remote control system is responsible for scheduling the flight task, forming teams when changing the flight path by the pilot-operator, adjusting the parameters of the automatic control system, displaying telemetry information, analyzing flight data, and managing the UAV's payload.

Operational flexibility, the a+++++bility to transmit information received in real time and receive timely information at any step of the flight to obtain the necessary data for its analysis and decision making, makes it expedient to develop modern methods for substantiating and synthesizing UAV control systems as complex dynamic systems.

The analysis of the last studies and publications. Recently, considerable attention is paid to the use of decision support systems (DSS) for the management of UAVs [1–3]. Problems of synthesis of systems for the automatic control of movement of aircraft, including unmanned ones, are devoted to work [4–6].

Despite a large number of scientific publications in these areas, modern methods of controlling aircraft, such as theoretical research methods for dynamics of controlled systems, variation calculations and optimal control, are not sufficiently used.

Unfortunately, almost all current trajectory planning methods used in modern UAV control systems are resource intensive.

Main part

1. The problem setting. The basis of DSS for automated control is the formal description – the mathematical model of the decision-making situation. Models of decision support systems described by dynamic models provide a sufficiently complete description of the situations that arise when managing objects.

In the classical analysis, many techniques and methods for studying dynamic models [7–9] have been developed. Among a variety of methods, the most commonly used computational practice is using approximate methods, which include variational, projection and differential methods, and iterative methods. On the basis of direct and iterative methods, variational-gradient-type methods have appeared, including two-step variational-gradient method. The algorithm of a two-step variational-gradient method does not require knowledge of the spectrum of the operator, is resistant to perturbations and has a good convergence rate. Therefore, actual and promising is the development and improvement of variational-gradient methods.

2. The algorithm of two-step variation-gradient method. We will consider dynamic DSS models for operating UAVs in operator form, that is, models are described by equations or systems of the equations of the form**:**

$$Au = f, f \in H, \quad (1)$$

The operator $A: D(A) \to H$ is defined on a dense in H set $D(A)$, and is linear K-positive and K-symmetric, that is there is an operator K: $D(K) \to H$, $D(K) \subset D(A)$,which allows closing in H and:

$$\exists \alpha, \beta > 0 : (Au, Ku) \geq \alpha ||u||2, \forall u \in D(A), \quad (2)$$

$$||Ku||2 \leq \beta(Au, Ku), \forall u \in D(A), \quad (3)$$

$$(Au, Kv) = (Av, Ku), \forall u, v \in D(A), \quad (4)$$

Let`s assume that there is linear $K$-positive and $K$-symmetric operator $B: D(B) \to H$ і $D(B) = D(A)$ and it`s easy to find its converse operator B^{-1}.

Let the condition be fulfilled:

$$\exists \gamma, \delta > 0 : 0 < \gamma < \delta < \infty, \forall u \in D(A) \quad \gamma(Bu, Ku) \leq (Au, Ku) \leq \delta(Bu, Ku) \quad (5)$$

Under conditions (2) – (5) an equation (1) has the only generalized solution [10] and solution of the equation (1) is equivalent to finding the minimum of a functional:

$$F(u) = (Au, Ku) - 2(f, Ku) \quad (6)$$

Let`s consider the equation (1) and assume that the conditions (2) – (5) are fulfilled.

Let H_0 is some Hylbert subspace such that $H_0 \subset D(A) \subset H$ and $u_0 \in D(A)$ – is an arbitrary initial approximation. Assume that the k-th approximation is found, then the following approximations are in the scheme:

$$u_{k+1} = x_k + w_k, w_k \in H_0, \quad (7)$$

here an element x_k is defined from the equation:

$$Bx_k = Bu_k + \alpha B\delta_k + \beta_k r_k \quad (8)$$

$$Bx_0 = Bu_0 + \beta_0 r_0 \quad (9)$$

here $\delta_k = u_k - u_{k-1}, r_k = f - Au_k,$ – is a mismatch.

 ©|*N. B. Dakhno, T. V. Maisak, H. V. Shevchenko, O. V. Svynchuk 2019*

Unknown parameters α_k, β_k and element w_k are found from the functional minimization condition (6):

$$F(u_{k+1}) = (Au_{k+1}, Ku_{k+1}) - 2(f, Ku_{k+1}) \quad (10)$$

As B has the conversed operator then (7) – (9) can be re-writing as:

$$u_{k+1} = u_k + \alpha_k \delta_k + \beta_k B^{-1} r_k + w_k \quad (11)$$

$$u_1 = u_0 + \beta_0 B^{-1} r_0 + w_0 \quad (12)$$

The first approximation is sought according to a one-dimensional variational-gradient method [7]. For the following approximations, after transformations taking into account formulas (11) - (12), we obtain a relation for the determination of unknown parameters α_k, β_k and corrections w_k at $k \geq 2$ [11]:

$$\alpha_k(A\delta_k, K\delta_k) + \beta_k(AB^{-1}r_k, K\delta_k) + (Aw_k, K\delta_k) = (r_k, K\delta_k) \quad (13)$$

$$\alpha_k(A\delta_k, KB^{-1}r_k) + \beta_k(AB^{-1}r_k, AB^{-1}r_k) + (Aw_k, AB^{-1}r_k) = (r_k, AB^{-1}r_k) \quad (14)$$

$$\alpha_k(A\delta_k, Kv) + \beta_k(AB^{-1}r_k, Kv) + (Aw_k, Kv) = (r_k, Kv), \forall v \in H_0. \quad (15)$$

In case H_0 is the subspace originated by the system or linear in dependent elements $\{\varphi_i : i \geq 1\} \subset H_0$, then the correction in (11) will be found in the form: $w_k = \sum_{i=1}^{n} a_i^k \varphi_i$, where $\{a_i^k : k \geq 1, 1 \leq i \leq n\} \subset R$.

Then the relations (13) – (15) are converted into a system of linearly in dependent equations:

$$\alpha_k(A\delta_k, K\delta_k) + \beta_k(AB^{-1}r_k, K\delta_k) + \sum_{i=1}^{n} a_i^k (A\varphi_i, K\delta_k) = (r_k, K\delta_k) \quad (16)$$

$$\alpha_k(A\delta_k, KB^{-1}r_k) + \beta_k(AB^{-1}r_k, AB^{-1}r_k) + \sum_{i=1}^{n} a_i^k (A\varphi_i, AB^{-1}r_k) = (r_k, AB^{-1}r_k) \quad (17)$$

$$\alpha_k(A\delta_k, K\varphi_j) + \beta_k(AB^{-1}r_k, K\varphi_j) + \sum_{i=1}^{n} a_i^k (A\varphi_i, K\varphi_j) = (r_k, K\varphi_j), j = \overline{1,n}. \quad (18)$$

The system (16) – (18) has a single solution relative α_k, β_k and a_i^k.

Theorem. If the operator *A* satisfies conditions (2) - (5) in equation (1), u_0 is the initial approximation found by the Ritz method, then the two-step variational-gradient method (7) - (15) coincides and the rate of convergence is characterized by an estimation:

$$\|u^* - u_k\|_B \leq q_k \sqrt{\frac{1}{\sigma\gamma}} \|B^{-1}(f - Au_0)\|_B,$$

here $q_k = \frac{2\xi^k}{1+\xi^{2k}}$, $\xi = \frac{\sqrt{\sigma}-\sqrt{\eta}}{\sqrt{\sigma}+\sqrt{\eta}}$

3. Method of application of two-step variation-gradient method for DSS models with K-positively defined, K-symmetric operator. For practical implementation of the method it is reasonable to use the following scheme**:**

Let $y_0 \in D(A)$– be an arbitrary initial approximation $\{\varphi_i : i \geq 1\} \subset H_0$ is the complete system of linearly in dependent elements, $\varepsilon > 0$ is the required accuracy of the solution sought, *k* is the iteration number.

1. Initialization of the initial data $y_0, \varepsilon, k = 1$.

2. Calculation of the first approximation according to one-step variational-gradient method according to the corresponding algorithm.

Note that according to one-dimensional variational-gradient method, we have calculated the following expressions:

$$d_{ij} = (A\varphi_i, K\varphi_j); \qquad D = \begin{pmatrix} d_{11} & d_{12} \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} \dots & d_{2n} \\ \dots & \dots & \dots \\ d_{n1} & d_{n2} \dots & d_{nn} \end{pmatrix};$$

$$D^{-1}; \ \bar{b} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix}$$

3. k=k+1.

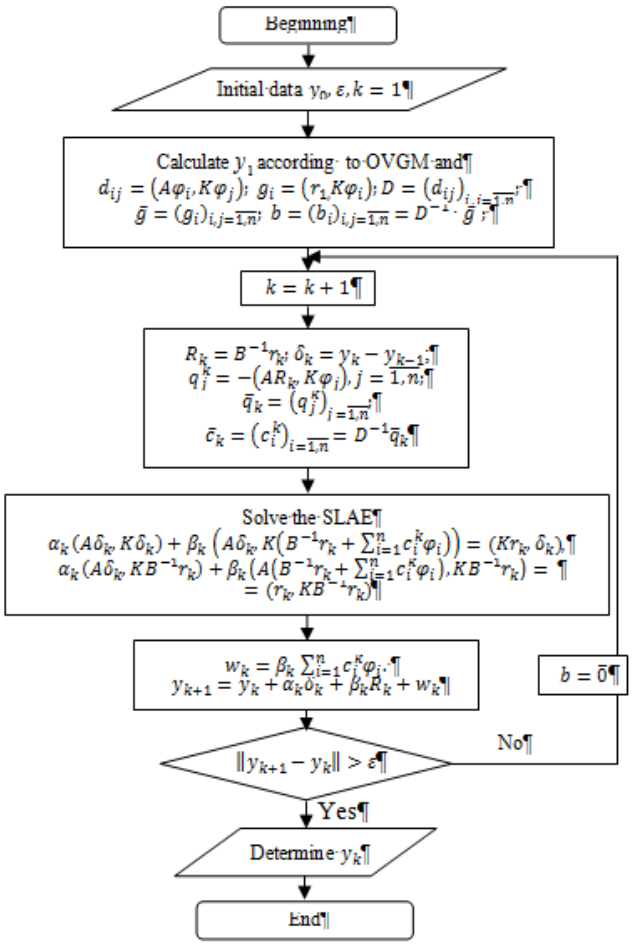


Fig.1. Block diagram of the two-step algorithm a method

4. Calculate the expressions:

$r_k = f - Ay_{k-1}$; $R_k = B^{-1}r_k$; AR_k; KR_k;

$\delta_k = y_k - y_{k-1}$; $A\delta_k$; $K\delta_k$.

5. Calculate the constants $\bar{c_k}$ for the corrections w_k:

$q_j^k = -(AR_k, K\varphi_j), j = \overline{1,n}$;

$\bar{q}_k = (q_j^k)_{j=\overline{1,n}}$; $\bar{c}_k = (c_i^k)_{i=\overline{1,n}} = D^{-1}\bar{q}_k$

6. Calculation of the parameters α_k і β_k:

$h_{11}^k = (A\delta_k, K\delta_k)$;

$h_{12}^k = \left(A\delta_k, K\left(R_k + \sum_{i=1}^n c_i^k \varphi_i\right)\right)$

$h_{21}^k = (A\delta_k, KR_k)$;

$h_{22}^k = \left(A\left(B^{-1}r_k + \sum_{i=1}^n c_i^k \varphi_i\right), KB^{-1}r_k\right)$,

$l_1^k = (\delta_k, Kr_k)$; $l_2^k = (r_k, KR_k)$;

$$\begin{pmatrix}\alpha_k \\ \beta_k\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}h_{11}^k & h_{21}^k \\ h_{12}^k & h_{22}^k\end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix}l_1^k \\ l_2^k\end{pmatrix}.$$

7. Calculation of the correction w_k:

If $k = 2$: $w_2 = -\alpha_2 \sum_{i=1}^n b_i\varphi_i + \beta_2 \sum_{i=1}^n c_i^2 \varphi_i$

if $k \geq 3$: $w_k = \beta_k \sum_{i=1}^n c_i^k \varphi_i$.

8. Calculation of the approximation:

$y_{k+1} = y_k + \alpha_k\delta_k + \beta_k R_k + w_k$.

9. Condition fulfilling control: if $\|y_{k+1} - y_k\| > \varepsilon$, then $\bar{b} = \bar{0}$ and repeat 3 – 9.

Block scheme for this algorithm is shown in Fig.1.

6. Discussion of the integration of the variational gradient method in to the control system of an unmanned aerial vehicle results. Synthesis of variational and gradient methods can eliminate the disadvantages inherent in these methods. According to the estimates obtained in the theorem, a two-step variational-gradient method has a good convergence rate, is resistant to perturbations and does not require knowledge of the boundaries of the spectrum of the operator. Therefore, the study of a dynamic model with the help of two-step variational-gradient method will increase the efficiency of information processing in decision-making processes in the control of UAVs**.**

At the same time, it should be noted that in practice it is not always possible to construct an adequate model in a linear analytical form. This complicates the use of the variational-gradient in DSS. Therefore, further development of the theory of variational-gradient methods is to extend these methods to broader models of models. Of particular interest is the consideration of non linear cases. The complexity of the propagation of variational-gradient methods to the non linear equation is the need to obtain linear systems for determining the parameters for constructing the approximation.

Conclusion. Developing an approach to formulate recommendations for the timely adoption of informed decisions by the operator in the remote control of the UAV is an urgent problem. One of the directions that can significantly improve the efficiency of the solution of the tasks of the flight is the analysis of dynamic models in DSS based on two-step variational-gradient method.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самков О. В. Підтримка прийняття рішень в системі управління літального апарата / О. В. Самков, В. І. Сілков, О. П. Гожий, О. Є. Мавренков // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту авіації. Київ : ДНДІА, 2012. Вип. (8)15, С. 104 – 109.
2. Барабаш О. В. Нечіткі моделі опису ситуацій в системах автоматичного управління літальним апаратом / О. В. Барабаш, Д. М. Обідін, Р. В. Хращевський // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Київ : ВІКНУ, 2012. № 38, С. 6 – 13.
3. Барабаш О. В. Модель баз знань інтелектуальної системи управління високошвидкісного рухомого об'єкта на основі її верифікації / О. В. Барабаш, Д. М. Обідін, А. П. Мусієнко // Системи обробки інформації : збірник наукових праць. Харків : ХУПС, 2004.№ 5 (121), С. 3 – 6.
4. Analytical Assessment of Security Level of Distributed and Scalable Computer Systems / Hu Z., Mukhin V., Kornaga Y., Barabash O., Herasymenko O. // International Journal of Intelligent Systems and Applications. 2016. Vol. 8, № 12, P. 57 – 64.
5. Dynamic Stability and Control of a Manipulating Unmanned Aerial Vehicle / Yunping L., Xijie H., Yonghong Z., Yukang Z. // International Journal of Aerospace Engineering Volume. 2018. Article ID 3481328, 13 pages.https://doi.org/10.1155/2018/3481328.
6. Cummings M. L., Brzezinski A. M. Global vs. local decision support for multiple independent UAV schedule management // Int. J. Applied Decision Sciences. 2010. Vol. 3, No. 3,P.188–205.
7. Ильюшко В. М. Беспилотные летательные аппараты: Методики приближенных расчетов основных параметров и характеристик / В. М. Ильюшко, М. М. Митрахович, А. В. Самков, В. И. Силков и др.; под общ. ред. В. И. Силкова. Київ : ЦНДІОВТЗСУкраїни, 2012. 302 с.
8. Gunchenko Yu. A., Kovalets I.V., Shvorov S.A., Komarchuk D.S., Lukin V.E. (2017) Decision support system in planning and remote control of movement mobile objects. Informatics and mathematical methods in simulation, Vol. 7, №1–2,P. 127–134.
9. Barabash O. V., Dakhno N.B., Shevchenko H. V., Majsak T. V. (2017) Dynamic Models of Decision Support Systems for Controlling Unmanned Aerial Vehicles on the Basis of Two-Step Variation-Gradient Method. 2017 IEEE 4th International Conference Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments, P. 108 – 111.
10. Petryshyn W. V. On Class ofK-p.d. and Non-K-p.d. Operators and Operator Equation. / W. V. Petryshyn // Journal of Mathematical analysis and applications,1965. Vol.10, No 1, P.1 – 24.
11. Дахно Н.Б. Методика застосування однокрокововаріаційно-градієнтного методу при аналізі диференціальних динамічних моделей СППР // Інформаційна безпека. – Луганськ : Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, 2014. № 2 (14), С. 150 – 156.

REFERENCES

1. Samkov O.V. Decision support in the aircraft control system / O. V. Samkov, V. I. Silkov, O. P. Gozhij, O. Ye. Mavrenkov // Collection of scientific papers of the State Research Institute of Aviation.– Kyiv : SRIA, 2012. Vol. (8)15,P. 104 – 109.
2. Barabash O.V. Fuzzy Models for Describing Situations in Automatic Control Systems of an Aircraft / O. V. Barabash, D. M. Obidin, R. V. Hrashevskij // Collection of Scientific Papers of the Military Institute of Taras Shevchenko National University of Kiev, 2012. № 38, P. 6 – 13.
3. Barabash O.V. Knowledge Base Model of Intellectual Control System of High-Speed Moving Objects Based on its Verification / O.V. Barabash, D.M. Obidin, A.P. Musienko// Information Processing Systems: digest of scientific works, 2004. № 5 (121), P. 3 – 6.
7. Ilyushko V.M. Unmanned aerial vehicles: Methods for approximate calculations of key parameters and characteristics / V. M. Ilyushko, M. M. Mitrahovich, A. V. Samkov, V. I. Silkov and etc.; under total ed. V. I. Silkov. Kyiv: CRI AME AF of Ukraine, 2012. 302 p.
11. Dakhno N.B.The method of application of one-step variation-gradient method in the analysis of differential dynamic models of DSS // Information Security. – Lugansk: East Ukrainian National University. V. Dahl, 2014. № 2 (14), P. 150 – 156.

A contact problem solution with taking into account shear deformations

N. Fidrovska, E. Slepuzhnikov, I. Perevoznik

Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv city, Ukraine;
National University of Civil Defense of Ukraine, Kharkiv city, Ukraine
Corresponding author. E-mail: ors2011@ukr.net

Paper received 08.02.19; Accepted for publication 12.02.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-20

Abstract. In the article the contact interaction of two elastic bodies with a curvilinear surface is considered, taking into account transverse deformations (changes in the surface curvature, or the excitement of the surfaces of the contact). The equations for determination of projections of deformations of the body surface points on three axes are derived. The stresses of compression in the contact area are determined. A tangential stresses caused by surface curvature changes are defined. The interaction of the profile beam of a drum and a rope and complex equations taking into account the features of the contact are considered. Normal and tangential stresses in the contact zone of a rope and a drum are defined. On the basis of the new provisions, a conclusion is made about the cause of the occurrence of tangential stress not only due to compression of the body, but also to the displacement.

Keywords: *contact interaction, curved surface, lateral deformations, compression stresses, contact area.*

Introduction. Mechanics of contact interaction is the actual area of deformed solids. Its development is stimulated by the problems of mechanical engineering, extractive and processing industries, but primarily by tribological issues.

Overview of related publications. One of the first researchers, who succeeded to get a general solution of the contact problem was Hertz H.[1]. He examined the contact of two elastic bodies with curved surfaces, that is loaded with forces operating transversal to the plane of the contact. Issues of the contact strength were dealt with by such outstanding scientists as Dinnik [2] Belyaev [3] Kovalsky B.S. [4], Pinegin [5], Phepl L. [6], Jonson K. [7] and others but some questions need explanations so far.

The basic material summary. When two elastic bodies are contacted, of which at least one has a curvilinear surface, it can be assumed that under normal load, the curvature will be "thrown", that is, the radius of curvature increases (Fig. 1).

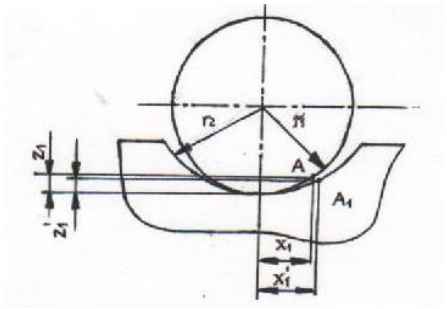


Fig. 1. Calculation scheme

Then point A, with coordinates x_1, z_1 is shifted to point A_1 having coordinates x_1', z_1'. As arc OA is equal arc OA_1 we obtain

$$r_1\varphi_1 = r_1'\varphi_1', \quad (1)$$

$$x_1 = r_1 \sin\varphi_1,$$

$$x_1' = r_1' \sin\varphi_1' \quad (2)$$

$$z_1 = r_1 - r_1\cos\varphi_1 = r_1(1-\cos\varphi_1),$$

$$z_1' = r_1'(1-\cos\varphi_1') \quad (3)$$

As we can see from these calculations, a point has not only vertical shift on axes Z_1 as before accepted by many authors but also the horizontal ones. These shifting will be maximal for the edges of the contact plane, and in the center they are equal a zero.

Find motion on axis z

$$w_1 = z_1 - z_1' = r_1(1-\cos\varphi_1) - r_1'(1-\cos\varphi_1') \quad (4)$$

From (1) we obtain

$$r_1' = \frac{r_1\varphi_1}{\varphi_1'} \quad (5)$$

Substitute this expression to equation (4) we obtain

$$w_1 = \left[(1-\cos\varphi_1) - \frac{\varphi_1}{\varphi_1'}(1-\cos\varphi_1')\right] \quad (6)$$

In a similar we obtain movement of other body

$$w_2 = \left[(1-\cos\varphi_2) - \frac{\varphi_2}{\varphi_2'}(1-\cos\varphi_2')\right] \quad (7)$$

Motion on axis x for the first body

$$u_1 = x_1 = x_1' = r_1\left(\sin\varphi_1 - \frac{\varphi_1}{\varphi_1'}\sin\varphi_1'\right) \quad (8)$$

For other body

$$u_2 = r_2\left(\sin\varphi_2 - \frac{\varphi_2}{\varphi_2'}\sin\varphi_2'\right) \quad (9)$$

For spaced body in plane YOZ transversal shifts will be equal

$$y_1 = R_1\sin\beta_1, \; y_1' = R_2\sin\beta_1', \quad (10)$$

Where R –radius of curvature of the body surface in the plane YOZ.

Then surface of the body motion on axis y is

$$v_1 = y_1 = y_1' = R_1\left(\sin\beta_1 - \frac{\beta_1}{\beta_1'}\sin\beta_1'\right) \quad (11)$$

$$v_2 = y_2 = y_2' = R_2\left(\sin\beta_2 - \frac{\beta_2}{\beta_2'}\sin\beta_2'\right) \quad (12)$$

Closing of the bodies will be equal

$$a = z_1' - z_1 + z_2' - z_2 = r_1\left[\frac{\varphi_1}{\varphi_1'}(1-\cos\varphi_1') - (1-\cos\varphi_1)\right] + \left[\frac{\varphi_2}{\varphi_2'}(1-\cos\varphi_2') - (1-\cos\varphi_2)\right] \quad (13)$$

 ©| *N. Fidrovska, E. Slepuzhnikov, I. Perevoznik 2019*

Consider the contact stresses in the interaction zone of rope and drum.

In case when the contact occurs between rope and drum groove (Fig.2) we have

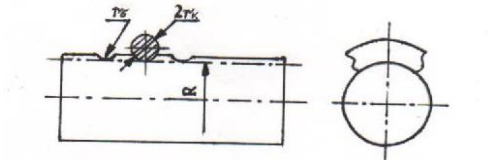
$$K_{11} = r_b;\ K_{12} = R;\ K_{21} = r_k;\ K_{22} = R,$$

$\gamma = 0$; $\gamma_1 = \gamma_2$ – deviation angle of the rope twist, then

$$\begin{cases} 2(A+B) = \dfrac{1}{r_b} + \dfrac{1}{R} + \dfrac{1}{r_k} + \dfrac{1}{R} \\ 2(A+B) = \left(\dfrac{1}{r_b} - \dfrac{1}{R}\right)\cos\gamma_1 + \left(\dfrac{1}{r_k} + \dfrac{1}{R}\right)\cos\gamma_1 \end{cases} \quad (14)$$

or

$$A = \frac{1}{2R}(1-\cos 2\gamma_1) + \frac{1}{4r_b}(1+\cos 2\gamma_1) + \frac{1}{4r_k}(1+\cos 2\gamma_1) \quad (15)$$



Taking into account that the rope surface at pressure takes the point of the drum groove surface, it can be assumed that $w_1 = w_2$.

Then

$$w_1 = \frac{r_k}{2}(1-\cos\varphi_1) - \frac{r_b}{2}\left(1-\cos\frac{r_k}{r_b}\varphi_1\right) - \frac{x^2}{4}\left(\frac{1}{r_k}+\frac{1}{r_b}\right) - \frac{1}{R}y^2 \quad (19)$$

Write equation of elastic equilibrium

$$\begin{cases} \Delta^2 u + \dfrac{1}{1-2\lambda}\dfrac{\partial \Delta}{\partial x} = 0 \\ \Delta^2 v + \dfrac{1}{1-2\lambda}\dfrac{\partial \Delta}{\partial y} = 0 \\ \Delta^2 w + \dfrac{1}{1-2\lambda}\dfrac{\partial \Delta}{\partial z} = 0 \end{cases} \quad (20)$$

$$B = \frac{1}{2R}(1-\cos 2\gamma_1) + \frac{1}{4r_b}(1+\cos 2\gamma_1) + \frac{1}{4r_k}(1+\cos 2\gamma_1) \quad (16)$$

Fig 2. Layout of rope and drum contact.

Assumed the very small deviation angle ($\gamma \le 3^\circ$) and relationship $\frac{R}{r_k} = 18...20$, we obtain:

$$\begin{cases} z_1 = \dfrac{1}{2r_k}x^2 + \dfrac{1}{R}y^2 \\ z_2 = \dfrac{1}{r_b}x^2 + \dfrac{1}{R}y^2 \end{cases} \quad (17)$$

As in the middle the surface of pressure for each pair of corresponding points

$$z_1 + z_2 + w_1 + w_2 = a\ ,$$

we obtain

$$w_1 + w_2 = r_k(1-\cos\varphi_1) - 2r_b\left(1-\cos\frac{r_k}{r_b}\varphi_1\right) - \frac{1}{2}\left(\frac{1}{r_k}+\frac{1}{r_b}\right)x^2 - \frac{2}{R}y^2 \quad (18)$$

Where u,v,w – shifts projections on coordinate axes x, y, z.

E – modulus of elasticity;

G – shear modulus;

λ – a Poisson constant

$\Delta^2 u$, $\Delta^2 v$; $\Delta^2 w$ – Laplace's surgery.

Substitute expressions of deformation u and w from formulas (7) and (9) to the equations system (20) we obtain

$$v = (1-2\lambda)y\left[\frac{1}{R} + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{r_k}+\frac{1}{r_b}\right) - \frac{z}{2r_k(1-\cos\varphi_1)} + \frac{1}{2}\right] \quad (21)$$

Determine the tangential stresses on the body surface

$$X = G\left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z}\right) = Gx\left[\frac{1}{2}\left(\frac{1}{r_k}+\frac{1}{r_b}\right) + \frac{1}{r_k(1-\cos\varphi_1)}\right] \quad (22)$$

$$Y = G\left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y}\right) = Gy\left[\frac{1}{R} + \frac{1-2\lambda}{2r_k(1-\cos\varphi_1)}\right] \quad (23)$$

Normal stresses define by formula

$$Z = 2G\left(\frac{\partial w}{\partial z} + \frac{\lambda}{1-2\lambda}\Delta\right) = 2G\left[\frac{1}{2}\left(\frac{x}{r_k\sin\varphi} - 1\right) + \lambda\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{2r_k} + \frac{1}{2r_b}\right)\right] \quad (24)$$

Results and its discussion. The appearance of cracks in the depth of the body can also be explained by the fact that there is a boundary layer that separates the core of the body with a practically invariable structure and a surface layer with transverse pressure and longitudinal displacement. If the shear stresses of the surface layers, which depend on the material properties, the equilibrium state and other factors, are sufficiently large, then cracks can occur on the surface of the body that is compressed and propagate inside.

Conclusion. Such approach to the contact problem solution explains many questions. As practice has shown, tangential stresses are increased at a distance from the center of the contact, and they do not have the greatest values beyond the boundaries of the contact zones, and in the center of the contact, that is, for x = 0, y = 0, they are zero. In addition, the largest tangential stresses are at a depth, that is, at the points where the maximum material displacement occurs as a result of a change in the radius of curvature of the body surface which is in contact.

REFERENCES

1. Hertz H. Druscrafte of in Einem Kreiscylinder. Ges Werke.I. 1895
2. Dinnik A.N. The stability of the elastic systems. /A.N.Dinnik- M.: ONTI, 1935.-183 p.
3. Belyaev N.M. Proceedings for the theory of elasticity and plasticity. / N.M. Belyaev. - GITTL, 1957.
4. Kovalsky B.S. Calculation of details is local compression / B.S.Kovalsky. -Kharkov of: HVKYU, 1967.- 222 p.
5. Pinegin S.V. Contact of strength and rolling resistance. / SV Pinegin - Moscow: Mechanical Engineering, 1968.
6. Föppl L. Der Spannungszustand und die of Austrennung des des Werkstoffes und der Berü of Hrung of Zweier Körper, Forschung Ing.-Wes. 1936, 209s.
7. Johnson K. Mechanics of Contact Interaction. / Johnson. - M .: The World, 1989.- 510 p.

Удосконалення та оптимізація рецептури багатокомпонентних рибних консервів

Н. М. Кушніренко

Одеська національна академія харчових технологій
Corresponding author. E-mail: kushnirenkonadia@gmail.com

Paper received 23.01.19; Accepted for publication 29.01.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-21

Анотація. Харчові продукти з гідробіонтів є одними з незамінних продуктів, які обов'язково повинні бути включені до раціону сучасного населення. Перспективним напрямом у вирішення питання повноцінного харчування є розробка та удосконалення існуючих рецептур, які б містили незамінні фактори харчування. Створення продуктів здорового харчування з заданими технологічними властивостями, збалансованим хімічним складом є однією з пріоритетних задач розвитку рибопереробної галузі та забезпечення потреб населення згідно сучасним вимогам здорового та повноцінного харчування.

Ключові слова: *гідробіонти, піленгас, рибні консерви, ламінарія, оптимізація, рецептура.*

Вступ. В сучасному світі залишається актуальним питання здорового та повноцінного харчування населення. Не є прихованим той факт, що більшість населення Східної Європи страждають на так званий «прихований голод», тобто споживають велику кількість рафінованих вуглеводів та насичених жирів, а в той же час споживання повноцінних білків в раціоні помітно зменшується. Що призводить до підвищення захворюваності на цукровий діабет, хвороб серцево-судинної системи, ожиріння.

Стислий огляд публікацій за темою. Існує безліч методів та технологій виробництва рибних консервів. Усіх їх поєднує одна спільна мета – зберігання тривалий час та безпечність для здоров'я людини. Але в той же час невисвітленою є і ще одна вимога, яка є на сьогодні не менш актуальною – це збалансованість та засвоюваність раціональність їх за складом інгредієнтів [1].

Відомо, що гідробіонти, це швидкопсувна сировина, яка піддається псуванню як під дією мікроорганізмів, так і під дією власних ферментів. Тому, одним з пріоритетних методів її зберігання є теплова стерилізація, або консервування, для подовження термінів зберігання та виключення мікробіологічного псування [2].

Рибні консерви – це високопоживні продукти, які за смаковими та харчовими властивостями значно перевищують нативну сировину. Це можливо за рахунок видалення неїстівних та малоцінних частин та додавання харчових продуктів підвищеної енергетичної цінності (олії, круп, овочей та ін.), а також за рахунок попередньої термічної обробки (бланшування, обсмажування, копчення) [2].

Аналіз ринку рибних багатокомпонентних консервів показує, що існує попит на ці консерви за рахунок смакових властивостей та тривалого часу зберігання. Сучасна екологічна ситуація потребує розробки новітніх технологій та рецептур продуктів лікувального та профілактичного харчування, які можуть бути нутріцевтиками рослинного походження.

Мета. Метою представленої роботи є розробка та розширення асортименту багатокомпонентних рибних консервів на основі морської капусти – ламінарії та акліматизованого об'єкту промислу - піленгасу. Для вирішення поставленої мети потрібно визначити основні задачі та найти їх розв'язання:

- вибрати асортимент консервів, та провести моніторинг його споживання;
- змоделювати рецептуру зі збалансованим хімічним складом;
- виготовити дослідні зразки консервів;
- провести дегустаційну оцінку якості дослідних зразків консервів;
- визначити харчову цінність дослідних зразків консервів.

Матеріали та методи. Однією з перспективних водних рослин, яка містить велику кількість біологічно активних речовин, для виробництва багатокомпонентних консервів може бути морська капуста – ламінарія, яка володіє цілим комплексом незамінних властивостей та застосовується в різних фармацевтичних та лікувальних випадках:

- використовується для виведення радіонуклеїдів;
- зниження артеріального тиску;
- рекомендується при профілактиці онкозахворювань;
- попереджує захворюваність жовчних шляхів;
- нормалізує роботу щитоподібної залози та ін.

Таблиця 1 – Хімічній склад ламінарії далекосхідної.

Найменування показника	Значення показника, %
Масова частка вологи	73…92
Масова частка сухих речовин	8…27
Мінеральні речовини (у сухій речовині)	17…52,5
Органічні речовини (у сухій речовині)	47,5…83
Ліпіди	4
Протеїни	4…22,5
Вуглеводи	5…40
Вітаміни:	
B_1	0,03…0,11
B_2	0,02…0,6
B_3	0,02…0,87
PP	0,3…3,0
B_6	4,6…85,7
B_{12}	0,3…7,6
H	12,6…28,2

Ламінарія за хімічними властивостями є унікальною рослиною, яка містить цілий комплекс макро- та мікроелементів, вітамінів, альгінових кислот та інших [3]. Використання її в рецептурах багатокомпонент-

 ©|*N. M. Kushnirenko 2019*

них рибних консервів забезпечить наступні технологічні властивості:

- компенсує дефіцит мінеральних речовин;
- підвищить біологічну цінність;
- виконає роль природного загущувача.

Хімічний склад ламінарії далекосхідної представлено в таблиці 1.

Для розробки рецептури багатокомпонентних рибних консервів використали морську капусту та місцеву сировину – піленгас, це акліматизована далекосхідна кефаль, яка добре акліматизована в Азовському та Чорному морях та внесена до реєстру промислових риб.

З урахуванням виключної цінності цих гідробіонтів у дослідженнях запропонували такий асортимент консервів, основними компонентами якого і стали ці морепродукти: «Консерви «Голубці з морської капусти та піленгасу в томатному соусі» (табл. 1). Запропонована рецептури складена з урахуванням балансу біологічно активних речовин та органолептичних властивостей, що впливатиме на харчову цінність продуктів та пікантність їх смаку.

Таблиця 2 – Хімічній склад піленгаса [2].

Найменування показника	Значення показника, %
Масова частка вологи	79,92
Масова частка сухих речовин	20,08
Ліпіди	13,24
Протеїн	17,96
Зола	3,10

Таблиця 3 – Рецептура фаршу для виготовлення «Голубців з морської капусти та піленгасу у томатному соусі»

Компоненти	Вага, кг (для виготовлення 1000 облікових банок) при нормі закладки 210 г на 1 облікову банку	Вага, кг (для виготовлення 1000 кг суміші
Фарш піленгасу обсмажений	47,0	532,9
Рис варений	36,4	412,7
Цибуля нарізана обсмажена	1,8	20,4
Олія рослинна	5,43	61,6
Перець чорний молотий	0,27	3,1
Вихід маси суміші з урахуванням 5 % втрат при змішуванні і фасуванні	90,9	1030,7

Норма закладки компонентів для виробництва консервів «Голубці з морської капусти та піленгасу у томатному соусі» представлена в таблиці 4.

Компоненти рецептури згідно до технологічної інструкції попередньо готують – рис відварюють у воді, подрібнений рибний фарш обсмажують на рослинній олії, інші компоненти додають за рецептурою. Вироблений фарш загортають у лист морської капусти у формі конверта або трубочки. Голубці вкладають в тару та заливають томатним соусом [25, 27].

Таблиця 4 – Норма закладки компонентів для виготовлення консервів «Голубці з морської капусти та піленгасу у томатному соусі»

Компоненти рецептури	Вага, кг (для виготовлення 1000 умовних банок)	Вага, кг (для виготовлення 1000 кг суміші
Голубці: - морська капуста - суміш фаршу Всього:	 121,8 88,2 210	 580 420 1000
Томатний соус	140	667

Поставлена мета вирішується таким чином, щоб з представленої в технологічній інструкції рецептури [4], шляхом варіювання співвідношення компонентів вибрати оптимальний варіант шляхом направленого варіювання кількісного співвідношення компонентів. Для цього потрібно вирішити наступні питання:

- сформувати базу даних, яка містить хімічний склад компонентів рецептури;
- класти балансові рівняння за хімічним складом готового продукту;
- визначити технологічні обмеження з використання компонентів рецептури;
- визначити критерії оптимізації якості готового продукту;
- провести аналіз якості розроблених консервів за фізико-хімічними і органолептичними властивостями.

Розробимо рецептуру запропонованих багатокомпонентних консервів з урахуванням максимальної енергетичної цінності готового продукту, критеріїв оптимальності та додаткових умов.

Таблиця 5 – Хімічний склад компонентів рецептури консервів «Голубці з морської капусти та піленгасу у томатному соусі»

Компонент рецептури	Масова частка, %				Енергетична цінність	
	Вологи	Білка	Жирів	Вуглеводів	ккал	кДж
Морська капуста	88	0,9	0,2	3	17,8	74,6
Піленгас обсмажений	63,6	23,4	7	6	185,6	775,9
Рис варений	72,4	2,2	0,5	24,9	115,7	483,8
Цибуля обсмажена	-	4,5	13,5	27,4	256,3	1071,5
Олія рослина	-	-	99,9	-	929,1	3883,5
Томатний соус	40	3,5	21,5	29,5	335,2	1401,3

Для цього сформуємо інформаційну базу даних, яка містить хімічний склад компонентів рецептури та визначимо енергетичну цінність кожного компонента рецептури.

Складемо систему лінійних рішень з урахуванням усіх обмежень, враховуючи співвідношення компонентів рецептури та їх хімічний склад. Функцією мети в даному випадку буде енергетична цінність, яка визначається як сума енергетичної цінності складових частин інгредієнтів рецептури, та розраховується за наступною формулою:

$$E_ц = E_{ж} \cdot Ж + E_б \cdot Б + E_в \cdot В \quad (1)$$

де $E_ц$ – енергетична цінність (калорійність) в перерахунку на 100 г продукту, ккал;

Ж, Б, В – масова частка жирів, білків та вуглеводів в продукті, %;

$E_{ж}$ – енергетична цінність жиру (9,3 ккал);

$E_б$ – енергетична цінність білка (4,1 ккал);

$E_в$ – енергетична цінність вуглеводів (4,1ккал).

Таблиця 6 – Норма закладки компонентів рецептури для виготовлення «Голубців з морської капусти та піленгасу у томатному соусі»

Компоненти консервів	Вага, кг (для виготовлення 1000 облікових банок) при нормі закладки 350 г на 1 облікову банку	Масова частка інгредієнта рецептури, %	Енергетична цінність інгредієнта рецептури, ккал
Морська капуста	121,8	34,5	21,7
Фарш з піленгасу обсмажений	47	13,3	87,3
Рис варений	36,4	10,3	42,1
Цибуля нарізана обсмажена	1,8	0,5	4,6
Олія рослинна	5,43	1,5	50,4
Перець чорний	0,27	0,1	0,0
Томатний соус	140	39,7	469,4
Вихід маси суміші з урахуванням 5 % втрат при змішуванні і фасуванні	352,7	100	675,5

На етапі формування рецептури запроектованого продукту науково обґрунтовується масова частка кількості інгредієнтів рецептури з урахуванням їх хімічного складу та добової потреби в основних речовинах харчування. Для формування продукту згідно з формулою збалансованого харчування, яка відображає денну потребу людини у незамінних факторах харчування, цей продукт має забезпечувати 10 % добової потреби в енергетичних втратах.

На основі отриманих даних розрахували, що енергетична цінність однієї умовної банки консервів «Голубці з морської капусти та піленгасу у томатному соусі» згідно з рецептурою складе 675,5 ккал. Шляхом варіювання масового співвідношення інгредієнтів рецептури можливо збалансування рецептури та її оптимізація.

В результаті рішення систем рівнянь отримаємо велику кількість варіантів рецептур консервів «Голубці з морської капусти та піленгасу у томатному соусі» з різною енергетичною цінністю. Варіація рецептур дозволить визначати максимальну або мінімальну енергетичну цінність готового продукту.

Результати та їх обговорення. В результаті проведеного компонування інгредієнтів рецептури встановлено, що виробництво даного асортименту голубців з ламінарії та піленгасу позитивно вплине на смако-ароматичні властивості, додасть гармонічного рибного смаку і знівелює негативний присмак водоростей. Проведена дегустаційна оцінка якості продукту підтверджує доцільність розробки даного асортименту.

Рис. 1 – Смако-ароматичний профіль розробленої рецептури консервів «Голубці з морської капусти та піленгасу у томатному соусі».

За органолептичними показниками розроблені варіанти консервів отримали високі загальні бали за рахунок покращення та збалансування компонентів рецептури.

Фізико-хімічні показники якості експериментальних зразків консервів представлених зразків наведені в таблиці 7.

Таблиця 7 – Фізико-хімічні показники якості консервів «Голубці з морської капусти та піленгасу у томатному соусі»

Найменування показника	Значення показника
Масова частка NaCl, %	1,6…1,8
Масова частка сухих речовин, %	22…25
Загальна кислотність, %	0,4…0,6
Масова частка складових частин продукту: Голубців, % Томатного соусу, %	 60 40

Висновки. Метод, що застосовувався при розробці рецептури багатокомпонентних рибних консервів «Голубці з морської капусти та піленгасу у томатному соусі», оснований на методі лінійного проектування є дуже простим та інформативним. Дозволяє проектувати та моделювати харчові продукти з заданими технологічними властивостями.

Таким чином розроблена оптимальна рецептура рибних багатокомпонентних консервів «Голубці з морської капусти та піленгасу у томатному соусі» з урахуванням оптимальної енергетичної цінності. Отримані результати можуть бути використані для розширення асортименту рибних консервів, створення та розробки нових продуктів з заданими властивостями, розробки альтернативних рецептур, розрахунку економічних показників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рязанова О.А. Рыбные консервы: классификация, виды // Пищевая промышленность. 2012. Вып. 12. С. 42-43.
2. Добробабина Л.Б., Безусов А.Т. Современные технологии пищевых продуктов из гидробионтов: монография. Одесса: Optimum, 2008. 322 с.
3. Скурихин И.М. Химический состав пищевых продуктов. Москва: Агропромиздат, 1987. 359 с.
4. Технологическая инструкция по производству консервов из морской капусты: сборник технологических инструкций по производству рыбных консервов и пресервов. Часть III, IV, V. Ленинград: Гипрорыбфлот, 1989. 140 с. (Государственный ордена «Знак Почета» научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт по развитию и эксплуатации флота Гипрорыбфлот).

REFERENCES

1. Ryazanova O.A. Rybnye konservy: klassifikatsiya, vidy // Pishchevaya promyshlennost`. 2012.Vyp. 12. S. 42-43.
2. Dobrobabina L.B., Bezusov A.T. Sovremennye tekhnolohii pishchevykh produktov iz hidrobiontov: monohrafiya. Odessa: Optimum, 2008. 322 s.
3. Skurikhin I.M. Khimicheskiy sostav pishchevykh produktov. Moskva: Ahropromizdat, 1987. 359 s.
4. Tekhnolohicheskaya instruktsiya po proizvodstvu konservov iz morskoy kapusty: sbornik tekhnolohicheskikh instruktsiy po proizvodstvu rybnykh konservov i preservov. Chast` III, IV, V. Leninhrad: Hiproribflot, 1989. 140 s. (Hosudarstvennyy ordena «Znak Pocheta» nauchno-issledovatel`skiy i proektno-konstruktorskiy institut po razvitiyu i ekspluatatsii flota Hiprorybflot).

Improvement and optimization of the recipe of multicomponent canned fish

N. M. Kushnirenko

Abstract. Food products from hydrobionts are among the indispensable products that must definitely be included in the diet of the modern population. A promising direction in solving the issue of good nutrition is the development and improvement of existing formulations that would include indispensable nutritional factors. Creation of healthy food with the given technological power, balanced chemical composition is one of the priority tasks of development of the fish processing industry and provision of the needs of the population in accordance with modern requirements of healthy and proper nutrition.

Keywords: *hydrobionts, pilengas, canned fish, laminaria, optimization, recipe.*

Online algorithm for possibilitic fuzzy clustering based on evolutionary cat swarm optimization

A. Shafronenko, Ye. Bodyanskiy

Kharkiv National University of Radio Electronics
Corresponding author. E-mail: alina.shafronenko@nure.ua, yevgeniy.bodyanskiy@nure.ua

Paper received 21.01.19; Accepted for publication 28.01.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-22

Abstract. The problem of clustering of multidimensional observations is often found in many applications related to data mining and exploratory data analysis. The traditional approach to solving these problems requires that every observation could belong to only one cluster at a more natural is situations when a feature vector with the various possible levels of memberships can belong to multiple classes. This situation is the subject of fuzzy cluster analysis, rapidly developing now. We propose online adaptive approach for this task solving.

Keywords: *Fuzzy clustering, learning rule, cat swarm optimization, tracing mode, seeking mode.*

Introduction. At present, methods of computational intelligence are widely used to solve many complex problems. One of the main areas of computational intelligence are evolutionary algorithms that essentially represent certain mathematical models of biological organisms evolutions. The dataset problem described by vector image clustering often occurs in many data mining applications, but recently the focus has been on fuzzy clustering [1,2,3] when processing vector images with different levels of probability, possibility or membership may belong to more than one class. Kohonen self-organizing maps [4] are a very effective means of coordinated online clustering, the use of which permits to solve the task in online mode and the evolutionary algorithms that permit to improve data clusterization in case, when the data is processed sequentially in online mode.

Problem statement. The problem of fuzzy clustering of data arrays is considered in the conditions when the formed clusters arbitrarily overlap in the space of features. The source information for solving the problem is an array of multidimensional data vectors, formed by a sample of observations $X = (x(1), x(2),..., x(k),...x(N)) \subset R^n$ where k in the general case the observation number in the initial array, $x(k) = (x_1(k),..., x_i(k),..x_n(n))^T$. The result of clustering is the partition of this array on m disjoint classes Cl_j with prototype-centroids $Cl_j \in R^n$, $j = 1,2,...,m$, and computing of membership levels $0 \le U_j(k) \le 1$ of each observation $x(k)$ to every cluster Cl_j.

Adaptive algorithm for possibilistic fuzzy clustering. The main drawback of the classic probabilistic clustering algorithms [1-3] associated with restrictions on membership levels, the sum of which has to be equal to unity. This situation led to the creation of possiblistic fuzzy clustering algorithms [5].

The goal function of possibilistic clustering has the form

$$E(U_j(k), c_j, \mu_j) = \sum_{k=1}^{N}\sum_{j=1}^{m} U_j^{\beta}(k) D^2(\tilde{x}_k, c_j) + \sum_{j=1}^{m}\mu_j \sum_{k=1}^{N}(1-U_j(k))^{\beta} \qquad (1)$$

where $\mu \ge 0$ - the scalar parameter thatspecifies the distance at which the level of membership equals 0.5, i.e. if $D^2(\tilde{x}_k, c_j) = \mu_j$, then $c_j(k) = 0.5$.

Minimizing the equation (1) accordingly, $U_j(k)$, c_q and μ_j we obtain system of equations

$$\begin{cases} U_j^{(\tau+1)}(k) = \dfrac{1}{1+\left(\dfrac{D^2(\tilde{x}(k), c_j^{(\tau)})}{\mu_j^{(\tau)}}\right)^{\frac{1}{\beta-1}}}, \\ c_j^{(\tau+1)} = \dfrac{\sum\limits_{k=1}^{N}(U_j^{(\tau+1)}(k))^{\beta}\,\tilde{x}(k)}{\sum\limits_{k=1}^{N}(U_j^{(\tau+1)}(k))^{\beta}}, \\ \mu_j^{(\tau+1)} = \dfrac{\sum\limits_{k=1}^{N}(U_j^{(\tau+1)}(k))^{\beta} D^2(\tilde{x}(k), c_j^{(\tau+1)})}{\sum\limits_{k=1}^{N}(U_j^{(\tau+1)}(k))^{\beta}}, \end{cases} \qquad (2)$$

in case when the $\beta = 2$ we come to a decision, that has the form (analogue of classic FCM [1]):

$$\begin{cases} U_j^{(\tau+1)}(k) = \dfrac{1}{1+\dfrac{\left\|\tilde{x}(k) - c_j^{(\tau)}\right\|^2}{\mu_j^{(\tau)}}}, \\ c_j^{(\tau+1)} = \dfrac{\sum\limits_{k=1}^{N}(U_j^{(\tau)}(k))^2\,\tilde{x}(k)}{\sum\limits_{k=1}^{N}(U_j^{(\tau)}(k))^2}, \\ \mu_j^{(\tau+1)} = \dfrac{\sum\limits_{k=1}^{N}(U_j^{(\tau)}(k))^2 \left\|\tilde{x}(k) - c_j^{(\tau+1)}\right\|^2}{\sum\limits_{k=1}^{N}(U_j^{(\tau)}(k))^2}. \end{cases} \qquad (3)$$

In the online mode the formulas (2), (3) can be written as [6,7]

 ©| *A. Shafronenko, Ye. Bodyanskiy 2019*

$$\begin{cases} U_j(k+1) = \dfrac{1}{1+\left(\dfrac{D^2(\tilde{x}(k+1), c_j(k))}{\mu_j(k)}\right)^{\frac{1}{\beta-1}}}, \\ c_j(k+1) = c_j(k) + \eta(k+1)U_j^{\beta}(k+1)(\tilde{x}(k+1) - c_j(k)), \\ \mu_j(k+1) = \dfrac{\sum\limits_{p=1}^{k+1} U_j^{\beta}(p) D^2(\tilde{x}(p), c_j(k+1))}{\sum\limits_{p=1}^{k+1} U_j^{\beta}(p)} \end{cases} \quad (4)$$

and

$$\begin{cases} U_j(k+1) = \dfrac{1}{1+\dfrac{\left\|\tilde{x}(k) - c_j(k)\right\|^2}{\mu_j(k)}}, \\ c_j(k+1) = c_j(k) + \eta(k+1)U_j^{2}(k+1)(\tilde{x}(k+1) - c_j(k)), \\ \mu_j(k+1) = \dfrac{\sum\limits_{p=1}^{k+1} U_j^{2}(p) \left\|\tilde{x}(p) - c_j(k+1)\right\|^2}{\sum\limits_{p=1}^{k} U_j^{2}(p)} \end{cases} \quad (5)$$

that permits to solve the fuzzy clustering task in online mode.

To find the global extremum of (1), it is expedient to use the so-called bio-inspired evolutionary particles swarm optimization algorithms [8], that are being developed and explored at this time in the framework of the general theory and practice of computational intelligence. Among the swarm algorithms, one of the fastest ones are the so-called algorithms of the cats swarm [9,10], that proved to be effective in solving a wide range of Data Mining tasks.

As part of this approach, a cat swarm optimization assumes that each cat of the swarm can be in one of two states: the seeking mode and the tracing mode. In this case, the seeking mode is associated with slow motions with a small amplitude around the initial position (scanning space in the vicinity of the current position), and the tracing mode that is determined by fast jumps with high amplitude and allows the to leave each particular cat from the local extremum if it is there. The combination of local scanning and rapid changes in the current state allows to increase the likelihood of finding a global extremum in comparison with the traditional methods of multyextremal optimization.

In the general case, both of these modes for each of the cats swarms can be described by the recurrent optimization procedure

$$\tilde{n}_p(\tau+1) = \tilde{n}_p(\tau) - \alpha(\tilde{n}_p(\tau) - \tilde{n}_p(\tau-1)) - \eta\hat{\nabla}E_M(c_p(\tau)) + \eta_\xi \Xi(\tau). \quad (6)$$

Here $\tilde{n}_p(\tau+1)$ - state of p-th cat of swarm on τ-th iteration of the search, α - parameter that determines the inertia properties of the tracing mode. Thus, when $\alpha = 0$, process optimization approaches to the standard gradient search, i.e. the seeking mode in the swarm, with $0 < \alpha < 1$ the optimization process acquires the inertial properties of a "heavy ball" type, but it may not fade in the vicinity of a deep extremum, η - seeking mode step, $\hat{\nabla}E(c_p(\tau))$ - gradient estimate of the goal function (1) in the neighborhood of the point $\tilde{n}_p(\tau)$, $\Xi(\tau)$ - a random component that introduces additional stochastic motions into the tracing process, η_ξ - parameter that specifies the amplitude of these movements.

Thus, each cat can simultaneously be in seeking and tracing modes and with a sufficient number of cats in a swarm, provides a search for a global extremum.

Experimental research. Online algorithm for possibilitic fuzzy clustering based on evolutionary cat swarm optimization (OPCSO) were performed on 2 data samples. Source data clustering using the Fuzzy C-Means, Adaptive possibilistic fuzzy method data clustering, Gustafson-Kessel and APCSO. The simulation parameters are presented in Table1. Result of clusterization are presented in Table 2.

Table 1 – Parameters of cat swarm optimization algorithm (CSO)

Parameters	**Value**
SRD	Random [0,1]
Seeking memory Pool (SMP)	5
Population size	Number of clusters
r_1	Random in [0,1]
c_1	Const
SPC	Random in [0,1]
Number of iteration	Manually

Table 2 - Evaluation of the quality of fuzzy clustering methods data

Data clustering methods	**PC**	**SC**	**XB**
Fuzzy C-Means	0.50	1.62	0.19
Gustafson-Kessel	0.27	1.66	1.62
Adaptive fuzzy possibilistic data clustering	0.26	1.22	**0.01**
Online algorithm for possibilitic fuzzy clustering based on evolutionary cat swarm optimization (OPCSO)	**0.24**	**0.69**	0.15

Also conducted a comparative analysis of the quality of clustering data on the main characteristics quality ratings, such as: Partition Coefficient (PC), Partition Index (SC), Xie and Beni's Index (XB) of existing clustering methods and proposed method. As can be seen by the results of experiments, the proposed algorithm shows quite good results clustering quality.

Conclusion. The proposed approach is quite simple in numerical implementation, has high performance and provides high quality of fuzzy clustering of large arrays. It is shown that it can be solved on the basis of Kohonen's self-organizing neuro-fuzzy network "Winner Takes More" recurrent algorithms for fuzzy clustering and cat swarm optimization algorithms.

REFERENCES

1. J.C. Bezdek. Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms. Plenum Press, New York, 1981.
2. F Hoeppner, F. Klawonn, R. Kruse, T. Runker. Fuzzy Clustering Analysis: Methods for Classification, Data Analysis and Image Recognition. Chichester, John Wiley &Sons, 1999.
3. R. Xu, D.C. Wunsch. Clustering. Hoboken, N.J. John Wiley & Sons, Inc., 2009.
4. T. Kohonen. Self-Organizing Maps. Berlin: Springer-Verlag, 1995.
5. R. Krishnapuram, J.M. Keller. A possibilistic approach to clustering. Fuzzy Systems, 1993, 1, №2, P.98-110.
6. Ye. Bodyanskiy. Computational intelligence techniques for data analysis. Lecture Notes in Informatics. Bonn: GI, 2005, V. P-72, P. 15-36.
7. Ye. Gorshkov, V. Kolodyazhniy, Ye. Bodyanskiy. New recursive learning algorithms for fuzzy Kohonen clustering network. Proc. 17th Int. Workshop on Nonlinear Dynamics of Electronic Systems. (Rapperswil, Switzerland, June 21-24, 2009) Rapperswil, Switzerland, 2009, P. 58-61.
8. Grosan C., Abraham A., Chis M. Swarm intelligence in Data Mining - Studies in Computational Intelligence. - 2006. - 34. - P. 1-20.
9. Chu S.-C., Tsai P.-W., Pan J.S. Cat swarm optimization // Lecture Notes in Artificial Intelligence. – 4099. - Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2006. – P. 854-858.
10. Chu S.-C., Tsai P.-W. Computational Intelligence based on the behavior of cats // Int. J. of Innovative Computing, Information, and Control. – 2007. – 3. - №1. – P.163 – 173.

MATHEMATICAL SCIENCES

Про існування розв'язку задачі Коші одного класу стохастичних диференціально-різницевих рівнянь в частинних похідних із зовнішніми випадковими збуреннями

І. В. Юрченко, В. С. Сікора

Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine
Corresponding author. E-mail: i.yurchenko@chnu.edu.ua

Paper received 08.01.19; Accepted for publication 15.01.19.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-23

Анотація. Розглянуто питання існування розв'язку задачі Коші в класі нелінійних дифузійних стохастичних диференціально-різницевих рівнянь нейтрального типу в частинних похідних з урахуванням випадкових зовнішніх збурень, незалежних від вінерівського процесу. Отримано достатні умови на коефіцієнти нелінійного дифузійного стохастичного диференціально-різницевого рівняння нейтрального типу, які гарантують існування з імовірністю одиниця його розв'язку. Методика доведення грунтується на результатах О.М. Станжицького та А.О. Цуканової щодо існування та єдиності розв'язку задачі Коші для стохастичного диференціального рівняння реакції-дифузії нейтрального типу.

Ключові слова: *стохастичні диференціальні рівняння в частинних похідних, задача Коші, існування розв'язку, випадкові збурення.*

Вступ. Питання існування та єдиності розв'язку стохастичних диференцальних рівнянь з деякими початковими та граничними умовами в різних функціональних просторах, зокрема і рівнянь у частинних похідних, досліджувалося багатьма авторами [1–7]. У працях [3, 4] О.М. Станжицький та А.О. Цуканова одержали теорему існування та єдиності розв'язку задачі Коші для стохастичного диференціального рівняння реакції-дифузії нейтрального типу. Дана робота розглядає питання існування розв'язку задачі Коші в класі нелінійних дифузійних стохастичних диференціально-різницевих рівнянь нейтрального типу в частинних похідних з урахуванням випадкових зовнішних збурень, незалежних від вінерівського процесу.

Постановка задачі. Нехай на ймовірнісному базисі $\left(\Omega, F, \{F_t, t \ge t_0, 0\}, \mathbf{P}\right)$ [1] задано нелінійне дифузійне стохастичне диференціально-різницеве рівняння нейтрального типу (НДСДРРНТ) в частинних похідних під дією випадкових зовнішних збурень, незалежних від вінерівського процесу

$$d\left(u(t,x)+\int_{\mathbf{R}^r} b(t,x,y)u(t-\tau,y)dy\right)= =\sum_{j=1}^{r}\varphi_j(\gamma_j)\frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial x_j^2}dt+ +\varphi_{r+1}(\gamma_{r+1})\sigma\left(t,u(t-\tau,x)\right)dw(t,x), \quad (1)$$

для $t\in(0,T]$, $x\in\mathbf{R}^r$ за початковими даними

$$u(t,x)=\psi(t,x), \quad \forall t\in[-\tau,0], \quad (2)$$

де $\varphi_j(\cdot)$ – одновимірні беровські функції; $\gamma_j\equiv\gamma_j(\omega)\in\mathbf{R}^1$, $j=\overline{1,r+1}$, незалежні попарно та незалежні від вінерівського процесу $w(t,x)$ випадкові величини; $T\in(0,\infty)$ – фіксований дійсний час, $\tau>0$, випадковий r-вимірний оператор Лапласа

$$\Delta_x(\omega)\equiv\sum_{j=1}^{r}\varphi_j(x_j)\frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial x_j^2}, \quad (3)$$

$w(t,x)$ – $L_2(\mathbf{R}^r)$-вимірний Q-вінерівський процес [2]; $\sigma:[0,T]\times\mathbf{R}^1\times\mathbf{R}^r\to\mathbf{R}^1$ і $b:[0,T]\times\mathbf{R}^r\times\mathbf{R}^r\to\mathbf{R}^1$ – деякі конкретні функції, які будуть визначені під час дослідження; $\psi:[-\tau,0]\times\mathbf{R}^r\to\mathbf{R}^1$ – функція початкових даних.

Обговорення попередніх результатів та означення. Наведемо декілька тверджень з праць [3–6].

Лема 1. [6, с.188]**.** *Оператор*

$$S(t):L_2(\mathbf{R}^r)\to L_2(\mathbf{R}^r) \quad (4)$$

генерує розв'язок однорідної задачі Коші для рівняння тепла (лема 1, [9]) з імовірністю 1

$$d\left(u(t,x)\right)+\int_{\mathbf{R}^r} b(t,x,z)u(t-\tau,z)dz=\Delta_x u(t,x)dt, \quad (5)$$

за початковими даними (2) за правилом

$$u(t,x)=\left(s(t)g(\square)\right)(x)=\int_{\mathbf{R}^r}K(t,x-y)g(\square)dy, \quad (6)$$

та утворює C_{0-} напівгрупу операторів, інфінітезимальним оператором якої є випадковий лапласіан $\Delta_x(\omega)$ (3). А ця напівгрупа $S(t)$ є стискаючою, тобто

$$\left\|\left(S(t)g(\square)\right)(x)\right\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}\le\left\|g(x)\right\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}. \quad (7)$$

Уведемо потік (фільтрацію) σ-алгебр $\{F_t, t\ge t_0\ge 0\}$, який породжений $L_2(\mathbf{R}^r)$-значним Q-вінерівським процесом

$$w(t,x)\equiv\sum_{n=1}^{\infty}\sqrt{\lambda_n}e_n(x)\beta_n(t), \quad (8)$$

де $\{\beta_n(t)\equiv\beta_n(t,\omega)\}\subset\mathbf{R}^1$ – незалежні стандартні одновимірні вінерівські (броунівські) процеси, а

$$\sum_{n=1}^{\infty}\lambda_n\equiv\lambda<\infty. \quad (9)$$

При цьому система векторів $e_n(x)\equiv\overline{e}_n(x)$ утворюють ортонормований базис у $L_2(\mathbf{R}^r)$ такий, що

 ©| *I. V. Yurchenko, V. S. Sikora 2019*

$$\sup_{n\in\{1,2,...\}} ess\sup_{x\in\mathbf{R}^r}\left|e_n(x)\right|\le 1. \quad (10)$$

Уведемо простір Банаха $\mathsf{B}_{2,T}$ всіх $L_2(\mathbf{R}^r)$-значних F_t-вимірних та неперервних з імовірністю одиниця випадкових процесів $\Phi(\cdot)\equiv\Phi(t,\omega):[0,T]\times\Omega\to L_2(\mathbf{R}^r)$ з нормою

$$\left\|\Phi(\cdot)\right\|_{B_{2,T}}\equiv\sqrt{\sup_{0\le t\le T}\mathbf{E}\left\|\Phi(t,\omega)\right\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}}. \quad (11)$$

Означення 1 [3]**.** Неперервну випадкову функцію $u\equiv u(t,x,\omega):[-\tau,T]\times\mathbf{R}^r\times\Omega\to\mathbf{R}^1$ назвемо м'яким розв'язком задачі (1), (2), якщо виконуються умови:

1) u є F_T-вимірною для майже всіх $t\in[-\tau,T]$ та фіксованих $x\in\mathbf{R}^r$, $\omega\in\Omega$;

2) u задовольняє умову (інтегральне рівняння)

$$u(t,x,\omega)=$$
$$=\int_{\mathbf{R}^r}K(t,x-y)\left(\psi(0)+\int_{\mathbf{R}^r}b(0,y,z)\psi(-\tau,z)dz\right)dy-$$
$$-\int_{\mathbf{R}^r}b(0,x,y)u(t-\tau,y)dy-$$
$$-\int_0^t\left(\sum_{j=1}^r\varphi_j(\gamma_j)\Delta_x(\omega)\int_{\mathbf{R}^r}K(t-s,x-y)\times\right.$$
$$\left.\times\int_{\mathbf{R}^r}b(s,y,z)u(s-\tau,z)dzdy\right)ds+$$
$$+\int_0^t\sum_{n=1}^\infty\sqrt{\lambda_n}\left(\int_{\mathbf{R}^r}K(t-s,x-y)\varphi_{r+1}(\gamma_{r+1})\times\right.$$
$$\left.\times\sigma(s,u(s-\tau),y)e_n(y)dy\right)d\beta_n(s) \quad (12)$$

для $t\in[0,T]$, $x\in\mathbf{R}^r$ за початковою умовою (2);

3) існує норма

$$E\left\{\int_0^T\left\|u(t,x,\omega)\right\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}dt\right\}<\infty. \quad (13)$$

Лема 2 [3,4]. *Вираз (13) для випадкової функції* $u(t,x,\omega)$ *є нормою.*

Основний результат. Будемо надалі вважати, що ймовірнісний базис $(\Omega,F,\{F_t,t\ge t_0\},\mathbf{P})$ побудований для задачі (1), (2), яка є предметом дослідження цієї статті.

Основне твердження

Нехай для задачі (1), (2) виконано умови:

1) коефіцієнт $\sigma\equiv\sigma(t,u,x)$ є:

1а) вимірним за всіма аргументами;

1б) задовольняє умову Ліпшиця за другим аргументом

$$\left|\sigma(t,u,x)-\sigma(t,v,x)\right|\le L\left|u-v\right|$$

для $\forall t\in[0,T]$, $u,v\in\mathbf{R}^1$, $x\in\mathbf{R}^r$;

2) початкова функція $\psi(t,x,\omega)$ є:

2а) F_0-вимірною відносно аргумента $t\in[0,T]$;

2б) незалежною від вінерівського процесу $w(t)\equiv w(t,\omega)\in\mathbf{R}^1$ для $\forall t\in[0,T]$;

2в) незалежною від зовнішніх збурень $\varphi_j(\gamma_j)$, $j=\overline{1,r+1}$;

2г) має норму

$$\sup_{-\tau\le t\le 0}\mathbf{E}\left\|\psi(t,x,\omega)\right\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}<\infty; \quad (14)$$

3) функція $b\equiv b(t,x,y)$ задовольняє умови:

3а)

$$\sup_{0\le t\le T}\int_{\mathbf{R}^r}\sqrt{\int_{\mathbf{R}^r}b^2(t,x,y)dy}dx=K_1; \quad (15)$$

3б)

$$\sup_{0\le t\le T}\int_{\mathbf{R}^r}\int_{\mathbf{R}^r}b^2(t,x,y)dydx=K_2; \quad (16)$$

3в) для кожної точки $x\in\mathbf{R}^r$ існують частинні похідні $\partial_{x_i}b$, $\partial_{x_ix_j}b$, де $\{i,j\}\subset\{1,2,...,r\}$;

3г) матриця Гессе D_x^2b задовольняє умову

$$\left|\nabla_x b(t,x,y)\right|+\left\|D_x^2b(t,x,y)\right\|\le Z(t,x,y), \quad (17)$$

для $\forall t\in[0,T]\subset[0,\infty)$, $\{x,y\}\subset\mathbf{R}^r$, де функція $Z:[0,T]\times\mathbf{R}^r\times\mathbf{R}^r\to[0,\infty)$ задовольняє умову обмеженості інтегралу

$$\sup_{0\le t\le T}\int_{\mathbf{R}^r}\int_{\mathbf{R}^r}Z(t,x,y)dxdy=K_3<\infty; \quad (18)$$

4) для функції $Z(t,x,y)$ виконується аналог умови Ліпшиця за другим аргументом

$$\left|Z(t,x,z)-Z(t,x_0,z)\right|\le\zeta(t,z,x_0,\delta)\left|x-x_0\right|,$$

де для кожної точки $x_0\in\mathbf{R}^r$ існує її окіл $B_\delta(x_0)$ та невід'ємна функція $\zeta\equiv\zeta(t,z,x_0,\delta)$ для $\forall t\in[0,T]$, $\left|x-x_0\right|<\delta$; $z\in\mathbf{R}^r$, де

$$\sup_{0\le t\le T}\zeta(t,\cdot,x_0,\delta)\in L_2(\mathbf{R}^r),\quad \delta\in\mathbf{R}_+; \quad (19)$$

5) зовнішні збурення $\varphi_j(\gamma_j)$, $j=\overline{1,r+1}$,

5а) попарно незалежні;

5б) незалежні від вінерівського процесу та від початкової функції $\psi(t,x)\equiv\psi(t,x,\omega)\in\mathbf{R}^1$;

5в) виконується умова обмеженості математичних сподівань квадратів зовнішних збурень $\mathbf{E}\{\varphi^2_{r+1}\}\le K_4<\infty$.

Тоді задача (1), (2) для НДСДРНТ має єдиний м'який розв'язок $u\equiv u(t,x,\omega)\in\mathsf{B}_{2,T}$ з імовірністю одиниця для $\forall t\in[0,T]$, якщо

$$\sup_{0\le t\le T}\int_{\mathbf{R}^r}\int_{\mathbf{R}^r}b^2(t,x,y)dxdy\equiv K_5<\frac{1}{4}. \quad (20)$$

Доведення основного твердження. Доведення розіб'ємо на етапи, що містяться в теоремі Банаха, яка застосована для встановлення з імовірністю одиниця єдиного розв'язку задачі (1), (2) (задачі Коші). Будемо використовувати методику, викладену в [3, 4, 7].

Розглянемо оператор $S:\mathsf{B}_{2,T}\to\mathsf{B}_{2,T}$, який діє за правилом для $t\in[0,T]$, $x,y\in\mathbf{R}^r$

$$(Su)(t)=$$
$$=\int_{\mathbf{R}^r}K(t,x-y)\left[\psi(0)+\int_{\mathbf{R}^r}b(0,y,z)\psi(-\tau,z)dz\right]dy-$$
$$-\int_{\mathbf{R}^r}b(t,y,z)u(t-\tau,y)dy-\int_0^t\sum_{j=1}^r\varphi_j(\gamma_j)\Delta_x(\omega)\times$$

$$\times\int_{\mathbf{R}^r}\left(K(t-s,x-y)\int_{\mathbf{R}^r}b(s,y,z)u(s-\tau,z)dz\right)dy\Bigg]ds+$$

$$+\int_0^t\varphi_{r+1}(\gamma_{r+1})\sum_{n=1}^{\infty}\sqrt{\lambda_n}\times$$

$$\times\left[\int_{\mathbf{R}^r}K(t-s,s-y)\sigma(s,u(s-\tau),y)e_n(y)dy\right]d\beta_n(s)\equiv$$

$$\equiv\sum_{j=0}^{3}I_j(t) \qquad (21)$$

за початковими даними (2).

Доведемо, що цей оператор є стискаючим. По-перше, доведемо, що $Su\in\mathsf{B}_{2,T}$ для $\forall u\in\mathsf{B}_{2,T}$. Для цього потрібно оцінити норми $\left\|I_j(s)\right\|^2_{\mathsf{B}_{2,T}}\equiv\sup_{0\le s\le t}\mathbf{E}\left\|I_j(s)\right\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}$, $j=0,1,2,3.$

Використаємо нерівність (7) леми 1, нерівність Коші-Шварца та умови (14), (20) і одержимо оцінку для супремума математичного сподівання $I_0(s)$ з оператора $(Su)(t)$ (див. (21)), а саме:

$$\left\|I_0(s)\right\|^2_{\mathsf{B}_{2,t}}\equiv\sup_{0\le s\le t}\mathbf{E}\left\|I_0(s)\right\|^2_{L_2(\mathbf{R}^d)}\le$$

$$\le 2\mathbf{E}\|\psi(0)\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}+\mathbf{E}\int_{\mathbf{R}^r}\psi^2(-\tau,z)dz=2\mathbf{E}\|\psi(0)\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}+$$

$$+2\left(\int_{\mathbf{R}^r}\int_{\mathbf{R}^r}b^2(0,x,z)dzdx\right)\mathbf{E}\|\psi(-\tau)\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}=C<\infty.$$

Застосуємо нерівність Коші-Шварца та припущення (14), (20) при оцінюванні супремума математичного сподівання $I_1(s)$:

$$\|I_1(s)\|^2_{\mathsf{B}_{2,t}}\equiv\sup_{0\le s\le t}\mathbf{E}\|I_1(s)\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}\equiv$$

$$=\sup_{0\le s\le t}\mathbf{E}\left\|\int_{\mathbf{R}^r}b(s,x,y)u(s-\tau)dy\right\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}\le$$

$$\le\sup_{0\le s\le t}\mathbf{E}\|u(s-\tau)\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}\cdot\sup_{0\le s\le t}\int_{\mathbf{R}^r}\int_{\mathbf{R}^r}b^2(s,x,y)dydx.$$

Далі спрацьовує очевидна нерівність на першому кроці відрізка $[0,\tau]$ для розв'язку $u(t)$ рівняння (1) для $t\in[0,T]$:

$$\mathbf{E}\|u(s-\tau)\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}\le\sup_{-\tau\le s-\tau\le 0}\mathbf{E}\|u(s-\tau)\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}+$$

$$+\sup_{0\le s-\tau\le t-\tau}\mathbf{E}\|u(s-\tau)\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}. \qquad (22)$$

З урахуванням (22) попередня нерівність дасть оцінку

$$\|I_1(s)\|^2_{\mathsf{B}_{2,t}}\le$$

$$\le\left(\sup_{0\le s\le t}\int_{\mathbf{R}^r}\int_{\mathbf{R}^r}b^2(s,x,y)dydx\right)\left(\sup_{-\tau\le s\le 0}\mathbf{E}\|\psi(s)\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}+\right.$$

$$\left.+\sup_{0\le s\le t}\mathbf{E}\|u(s)\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}\right)=C_1<\infty.$$

Аналогічно слід оцінити супремум математичного сподівання квадрату інтеграла $I_2(s)$ у просторі $\mathsf{B}_{2,T}$ з відповідними нормами

$$\|I_2(s)\|^2_{\mathsf{B}_{2,t}}\equiv\sup_{0\le s\le t}\mathbf{E}\|I_2(s)\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}\le$$

$$\le\left(\sum_{j=1}^{r}\mathbf{E}\left\{\varphi_j(\gamma_j)\right\}\right)^2\times$$

$$\le\mathrm{t}\left(\sum_{j=1}^{r}\mathbf{E}\left\{\varphi_j(\gamma_j)\right\}\right)^2\cdot\varepsilon(s), \qquad (23)$$

$$\varepsilon(s)\equiv\sup_{0\le s\le t}\mathbf{E}\int_{\mathbf{R}^r}\left(\int_0^s\left(\square_x\int_{\mathbf{R}^r}K(s-\tau,x-y)\times\right.\right.$$

$$\left.\left.\times\left(\int_{\mathbf{R}^r}b(l,y,z)u(l-\tau,z)dz\right)dy\right)^2dl\right)dx. \qquad (24)$$

Змінюючи порядок інтегрування у $\varepsilon(s)$ (див. (24)), матимемо оцінку для $I_2(s)$ у просторі $\mathsf{B}_{2,T}$:

$$\|I_2(s)\|^2_{\mathsf{B}_{2,t}}\le\mathrm{t}\left(\sum_{j=1}^{r}\mathbf{E}\left\{\varphi_j(\gamma_j)\right\}\right)^2\cdot\varepsilon(s)\le$$

$$\le Ct\ \mathbf{E}\left\{\int_0^t\int_{\mathbf{R}^r}\left\|D_x^2\int_{\mathbf{R}^r}b(l,x,z)u(l-\tau,z)dz\right\|^2dxdl\right\}. \qquad (25)$$

У попередній оцінці

$$\nabla_x\equiv\left(\partial_{x_1}...\partial_{x_r}\right)^T;\ D_x^2=\begin{pmatrix}\partial^2_{x_1} & ... & \partial^2_{x_1x_r}\\ ... & ... & ...\\ \partial^2_{x_rx_1} & ... & \partial^2_{x_r}\end{pmatrix}; \qquad (26)$$

$\|\cdot\|$ – відповідна матрична норма.

Далі слід використати лему 1 [3, лема 4]. Якщо умови цієї леми для

$$u(l,x)=\int_{\mathbf{R}^r}K(s-l,x-y)\left(\int_{\mathbf{R}^r}b(l,y,z)u(l-\tau,z)dz\right)dy,$$

$$g(l,x)\equiv\int_{\mathbf{R}^r}b(l,y,z)u(l-\tau,z)dz \qquad (27)$$

виконуються, то оператор $S(\cdot)$ є стискаючим (див. (7)).

Можна довести, що з імовірністю одиниця для кожного $l\in[0,t]$

$$\int_{\mathbf{R}^r}b(l,\cdot,z)u(l-\tau,z)dz\in L_1(\mathbf{R}^r); \qquad (28)$$

$$|\nabla_x g|\in L_2(\mathbf{R}^r),\ \|D_x^2 g\|\in L_2(\mathbf{R}^r). \qquad (29)$$

Остаточно з (25) матимемо оцінку

$$\|I_2(s)\|^2_{\mathsf{B}_{2,t}}\le Ct^2\sup_{0\le t_1\le t}\left(\int_{\mathbf{R}^r}\int_{\mathbf{R}^r}Z^2(t_1,x,z)dzdx\right)\times$$

$$\times\left(\sup_{-\tau\le t_1\le 0}\mathbf{E}\|\psi(t_1)\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}+\right.$$

$$\left.+\sup_{0\le t_1\le t}\mathbf{E}\|u(t_1)\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}\right)\le C_2<\infty. \qquad (30)$$

Отримаємо оцінку для $I_3(s)$. Надалі під $\|\cdot\|$ будемо розуміти $\|\cdot\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}$. З урахуванням нерівності Коші-Шварца, теореми Фубіні та умов (7), (14) отримуємо для норми $I_3(s)$ у просторі $\mathsf{B}_{2,t}$ оцінку

$$\|I_3(s)\|^2_{\mathsf{B}_{2,t}}=\sup_{0\le s\le t}E\|I_3(s)\|^2\le 2L^2\left(\sum_{n=1}^{\infty}\lambda_n\right)\times$$

$$\times\left(t+\tau\sup_{-\tau\le y\le 0}\mathbf{E}\|\psi(y)\|^2+\mathbf{E}\int_0^t\|u(y)\|^2dy\right)=C_3<\infty.$$

Об'єднавши чотири вищевикладені оцінки $I_0(s)-I_3(s)$, одержимо для $u\in\mathsf{B}_{2,t}$

$$\| (\Psi u)(t)\|^2_{\mathsf{B}_{2,t}} \equiv$$

$$\equiv \sup_{0\le s\le t} \mathbf{E}\left\|\sum_{j=0}^{3} I_j(t)\right\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)} \le 4\sum_{j=0}^{3}\| I_j(t)\|^2_{\mathsf{B}_{2,T}} .$$

Оскільки F_t-вимірність $(\Psi u)(t)$ очевидна, робимо висновок, що Ψ задано. Доведемо, що оператор Ψ має єдину стискаючу фіксовану точку. Дійсно, слід взяти до уваги чотири вищенаведені нерівності та властивість лінійності r-вимірного інтеграла, в результаті отримаємо для різниці $I_1(s)(u)-I_1(s)(v)$ у просторі $\mathsf{B}_{2,t}$ оцінку

$$\| \mathrm{I}_1(s)(u)-\mathrm{I}_1(s)(v)\|^2_{\mathsf{B}_{2,t}} \equiv$$

$$\equiv \sup_{0\le s\le t} \mathbf{E}\|\mathrm{I}_1(s)(u)-\mathrm{I}_1(s)(v)\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)} \equiv$$

$$\equiv \sup_{0\le s\le t} \mathbf{E}\left\|\int_{\mathbf{R}^r} b(s,x,y)\big(u(s-\tau)-v(s-\tau)\big)dy\right\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)} \le$$

$$\le \left(\sup_{0\le s\le t}\int_{\mathbf{R}^r}\int_{\mathbf{R}^r} b^2(s,x,y)dydx\right)\|u-v\|^2_{\mathsf{B}_{2,t}} .$$

Аналогічно, одержимо оцінку для різниці $I_2(s)(u)-I_2(s)(v)$ у просторі $\mathsf{B}_{2,t}$, а саме:

$$\| \mathrm{I}_2(s)(u)-\mathrm{I}_2(s)(v)\|^2_{\mathsf{B}_{2,t}} \le$$

$$\le Ct^2 \sup_{0\le\tau\le t}\left(\int_{\mathbf{R}^r}\int_{\mathbf{R}^r} Z^2(\tau,x,y)dydx\right)\sup_{0\le\tau\le t}\mathbf{E}\|u(\tau)-v(\tau)\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)}.$$

Попередні міркування слід провести для оцінки різниці $I_3(s)(u)-I_3(s)(v)$ у просторі $\mathsf{B}_{2,t}$, тоді одержимо

$$\| \mathrm{I}_3(s)(u)-\mathrm{I}_3(s)(v)\|^2_{\mathsf{B}_{2,t}} \le L^2C\left(\sum_{n=1}^{\infty}\lambda_n\right)t\|u-v\|^2_{\mathsf{B}_{2,t}} .$$

Врахувавши попередні оцінки, одержимо для $\{u,v\}\subset \mathsf{B}_{2,t}$

$$\| \Psi u-\Psi v\|^2_{\mathsf{B}_{2,t}} \equiv$$

$$\equiv \sup_{0\le s\le t} \mathbf{E}\| \sum_{j=0}^{3}(I_j(s)(u)-I_j(s)(v))\|^2_{L_2(\mathbf{R}^r)} \le$$

$$\le \gamma(t)\| u-v\|^2_{\mathsf{B}_{2,t}},$$

$$\gamma(t) \equiv 4\left(\sup_{0\le s\le t}\int_{\mathbf{R}^r}\int_{\mathbf{R}^r} b^2(s,x,y)dydx + \right.$$

$$\left. + Ct^2\sup_{0\le\tau\le t}\int_{\mathbf{R}^r}\int_{\mathbf{R}^r} Z^2(\tau,x,y)dydx + L^2ct^2 + L^2c\left(\sum_{n=1}^{\infty}\lambda_n\right)t\right),$$

Висновки. Згідно з (20), $K_5 < \frac{1}{4}$, тобто перший доданок у $\gamma(t)$ менший за 1. Для наступних трьох доданків можна зауважити наступне: за рахунок вибору їх сума може бути зроблена рівною $\frac{3}{16}$. Отже, $\gamma(t_1)\in(0,1)$. Це означає, що оператор Ψ, визначений у просторі Банаха B_{2,t_1}, є стискаючим. А значить, згідно з теоремою Банаха про стискаюче відображення, оператор Ψ має єдину фіксовану точку – м'який розв'язок $u\in\mathsf{B}_{2,t_1}$ задачі (1), (2) на відрізку $[0,t_1]$. Цю процедуру повторимо скінченну кількість разів на додатних малих інтервалах $[t_1,t_2]$, $[t_2,t_3]$, …, $[t_{n-2},t_{n-1}]$, $[t_{n-1},T]$, які в сумі дають відрізок $[0,T]$, де розв'язується задача (1), (2). В результаті розв'язок отримується як об'єднання розв'язків на цих малих інтервалах. Отже, основне твердження доведено.

REFERENCES

1. Gikhman, I.I. and Skorokhod, A.V. Stochastic Partial Differential Equations. A Collection of Sci. Papers.– Inst. Math. AN UkrSSR, Kyiv (1981), pp. 25–59.
2. Perun, G.M. and Yasynskyy, V.K. Investigation of the Cauchy problem for stochastic partial differential equations // Ukr. Math. Journal. – 1993. – Vol.45, № 9. – P.1773–1781.
3. Stanzhitskij, A.N. and Tsukanova, A.O. Existence and Uniqueness of the Solution to the Cauchy Problem for the Stochastic Reaction-Diffusion Differential Equation of Neutral Type // Journal of Mathematical Sciences.– 2017.– Vol. 226, № 3.– P.307–334. DOI 10.1007/s10958-017-3536-8
4. Tsukanova, A.O. On existence and uniqueness of mild solution to the Cauchy problem for one neutral stochastic differential equation of reaction-diffusion type in Hilbert space // Bukovynian mathematical journal.– 2016.– Vol.4, № 3–4.– P.179–189.
5. Tessitore, G. and Zabczyk, J. Invariant Measures for Stochastic Heat Equations // Probability and Mathematical Statistics.– 1998.– 18.– P.271–287.
6. Zabczyk, J. and Da Prato, G. Ergodicity for Infinite Dimensional Systems // Dynamic Systems and Applications.– Cambridge Univ. Press.– 1996.– 449 p.
7. Yasynskyy, V.K. and Yurchenko, I.V. On existence of solution of the Cauchy problem for nonlinear diffusion stochastic partial differential-difference equations of neutral type with random external perturbations // System research and information technologies.– 2017.– №2.– С.103–114. DOI: 10.20535/SRIT.2308-8893.2017.2.10

On existence of solution of the Cauchy problem for one class of stochastic partial differential-difference equations with random external perturbations

I. V. Yurchenko, V. S. Sikora

Abstract. The question related to the existence of the Cauchy problem solution in the class of nonlinear diffusion stochastic partial differential-difference equations of a neutral type with random external disturbances which are independent from the Wiener process is considered. Sufficient conditions are obtained for the diffusion coefficients of nonlinear stochastic differential-difference equations of a neutral type that guarantee the existence of the solution with the probability of 1. The method of the proof is based on the results of O.M. Stanzhitsky and A.O. Tsukanova on the existence and uniqueness of the Cauchy problem solution for the stochastic differential reaction-diffusion equation of a neutral type.

***Keywords*:** *stochastic partial differential equation, Cauchy problem, existence of the solution, random perturbations.*

VETERINARY MEDICINE

Деякі особливості організму та м'ясні якості свиней відгодівельних груп з різним коефіцієнтом емоційності за промислової технології

А. О. Решетник, С. В. Лайтер-Москалюк

[1]Подільський державний аграрно-технічний університет
Corresponding author. E-mail: anton56778192@gmail.com, ORCID orcid.org/0000-0003-4200-8708
layter.moskalyukl977@gmail.com, ORCID orcid.org/0000-0001 -5662-7636

Paper received 20.01.19; Accepted for publication 27.02.04.

https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-24

Анотація. Проведено тестування свиней на предмет стресостійкості за визначенням коефіцієнта емоційності методом «відкритого поля». Свині з вищим коефіцієнтом емоційності володіли більш високими індексом адаптаційних можливостей, містили нижчий рівень кортизолу у крові під час стресів, володіли кращими відгодівельними якостями, мали більший вихід м'яса після забою. Свинина отримана від тварин з високим коефіцієнтом емоційності, характеризувалась більш інтенсивним кольором та вищою вологоутримуючою здатністю. На підставі отриманих результатів очевидно, що свині з високим K_e є більш стресостійкими, проявляють більш високу продуктивність та мають вищу якість продукції в умовах промислового виробництва.

Ключові слова: *стрес, коефіцієнт емоційності, адаптація, м'ясні якості.*

Вступ. Свинарство є однією з найбільш перспективних галузей сільського господарства. Високий рівень виробництва заснований на інтенсифікації галузі свинарства. Промислові технології неминуче призводять до втрати природного навколишнього середовища для тварин, виключають можливість реалізації природних потреб. Наявність великої кількості стрес-факторів, властивих промисловим технологіям, вимагає формування у тварин необхідної адаптації до умов прийнятої технології і технологічних стресів, пов'язаних з переміщенням тварин, обмеженням руху, впливом мікроклімату.

Короткий огляд публікацій. У процесі свого життя продуктивні тварини пристосовуються до впливу різних факторів зовнішнього середовища, зберігаючи постійність гомеостазу. Функціональне напруження організму зумовлюється реактивністю ЦНС, а також станом активності гіпофізу і наднирників, які продукують адаптивні гормони при стресовій реакції. Провідна роль у забезпеченні пристосувальних властивостей свиней належить нейроендокринним чинникам, зокрема надниркові залозі, яка в складі гіпоталамо-гіпофізарного і симпатоадреналового комплексів тісно пов'язана з адаптивними морфофізіологічними ефектами. До стресу більш чутливими є тварини нижчого соціального рангу: наднирники у них збільшені, тимус зменшений, рівень кортикоїдів у плазмі крові високий [2,5]. Важливе значення при визначенні адаптаційних можливостей свиней має ендокринний індекс, який визначається відношенням маси надниркових залоз до щитоподібної і виражається у відсотках. У новонароджених поросят характерна однакова маса щитоподібної та надниркових залоз, що пов'язано з великою адаптаційною лабільністю фізіологічних функцій молодого організму. В міру росту, розвитку та старіння організму маса щитоподібної залози стає більшою маси надниркових залоз, що вказує на погіршення адаптаційних можливостей організму [6,7].

Низькі адаптаційні можливості свиней впливають на продуктивність та якість м'яса. В комплексі фізико-хімічних властивостей важливим показником якості м'яса є активна кислотність (pH). Її величина вказує на ступінь гліколізу у м'язовій тканині, тобто на придатність м'яса до зберігання та кулінарної обробки. Дослідники вважають, що зниження рівня pH м'яса протягом першої години після забою до 5,5–5,9 характерне для PSE-свинини (за першими буквами англійських слів: бліде, м'яке, водянисте) [3,4]. До вад відносять також DFD-м'ясо (темне, щільне, сухе). Обидві вади – наслідок порушення швидкості післязабійного розпаду глікогену та утворення молочної кислоти у м'язах. Велике значення має вміст глікогену у м'язах перед забоєм тварин. Він впливає найперше на вміст молочної кислоти та pH м'яса. Післязабійні процеси у м'ясі тварин схильних до вади PSE ведуть до прискореного періоду розпаду глікогену з утворенням молочної кислоти у м'язах, в результаті чого через 45хв після забою pH знижується до 5,5–5,9 (у свиней, що не піддавались дії стресу, через такий же період часу pH зберігався на рівні 7,0–7,3). Вважається, що якщо pH м'яса через 45хв після забою становить 6,0 і менше, то воно відноситься до PSE. Через підвищену кислотність у м'язових волокнах проходить денатурація білків, що веде до низької вологоутримуючої здатності м'яса і переходу червоної пігментації в палеву. Смакові та технологічні якості такого м'яса погіршуються. Таким чином вища стресочутливість свиней буде негативно відбиватись на якості м'яса та м'ясної продукції. У практиці світового свинарства при оцінці стійкості свиней до стресів, особлива увага звертається на якість свинини, як один з найбільш надійних методів, що базується на зміні кислотності, кольору та вологоутримуючої здатності м'яса [3].

Метою роботи було провести тестування молодняку відгодівельної групи свиней на предмет стресостійкості за коефіцієнтом емоційності (K_e), вивчити морфофункціональні особливості щитоподібної залози і наднирників свиней з різним K_e та дослідити їх м'ясні якості.

Матеріали і методи. Матеріалом для дослідження були гібридні підсвинки на основі породи ландрас одного з господарств Чернівецької області, де запроваджена промислова технологія ведення свинарства. У свиней 3-

 ©|*A. O. Reshetnyk, S. V. Laiter-Moskaliuk 2019*

х місячного віку відгодівельної групи визначали $К_е$ методом „відкритого поля" [1]. Після закінчення періоду відгодівлі свиней відправили для забою на м'ясокомбінат. Перед забоєм на м'ясокомбінаті тварин зважували і відбирали кров для визначення вмісту кортизолу в момент стресу. Рівень кортизолу визначали імуноферментним методом за І.П.Кондрахіним [8]. Під час забою у досліджуваних тварин відбирали щитоподібну залозу і надниркові, визначали їх масу. Фізико-хімічні показники якості м'язової тканини вивчали у найдовшому м'язі спини, над 9 – 12 грудними хребцями через 48 годин після забою та зберігання при температурі 4°С у холодильнику. Вміст вологи визначали за загальноприйнятою методикою, інтенсивність забарвлення м'яса – колориметричним методом, вологоутримуючу здатність та ніжність м'яса методом пресування за Грау і Гамм у модифікації В.Воловинської та Б.Кельман, активну кислотність (pH) – потенціометричним методом на універсальному pH-метрі pH-150M. Одержані цифрові дані опрацьовували статистично за допомогою комп'ютерної програми «Microsoft Excel».

Результати досліджень та їх обговорення. За результатами проведеного тестування в умовах господарства було сформовано дві групи свиней. Коефіцієнт емоційності ($К_е$**)** у І групі (21 голова) складав 19,69 ± 1,37 а у ІІ групі (19 голів) – 53,07 ± 4,23.

При визначенні вагових показників залоз внутрішньої секреції у досліджуваних свиней встановлено, що абсолютна і відносна маса щитоподібної та надниркових залоз були вірогідно вищими у тварин І дослідної групи (табл.1).

Важливе значення при визначенні адаптаційних можливостей свиней має ендокринний індекс, який визначається відношенням маси надниркових залоз до щитоподібної і виражається у відсотках. У новонароджених поросят характерна однакова маса щитоподібної та надниркових залоз, що пов'язано з великою адаптаційною лабільністю фізіологічних функцій молодого організму. В міру росту, розвитку та старіння організму маса щитоподібної залози стає більшою маси надниркових залоз, що вказує на погіршення адаптаційних можливостей організму [7].

У досліджуваних нами тварин встановлено, що індекс адаптаційних можливостей був вірогідно вищим ($p<0,05$) у свиней ІІ групи (табл. 1).

№ групи	$К_е$,	Індекс, %	Маса залози, г	
			надниркової	щитоподібної
1	19,69±1,37	60,61±0,48	4,92±0,09	8,12±0,13
2	53,07±4,23	62,45±0,59*	4,52±0,09*	7,24±0,10***

Таблиця 1. Ендокринний індекс адаптаційних можливостей свиней відгодівельної групи (M ± m, n = 5**)**

Одним з показників адаптаційної здатності організму тварини є рівень кортизолу в крові. Секреція кортизолу регулюється АКТГ і відповідним рилізинг-фактором. Кортизол впливає на синтез АКТГ по механізму негативного зворотного зв'язку. Секреція кортизолу опосередкована АКТГ, посилюється під впливом стресу. Визначення вмісту кортизолу у плазмі крові підсвинків з різним $К_е$ показало, що майже у два рази вищим його рівень був у свиней І групи (табл.2). Це підтверджує те, що свині з низьким коефіцієнтом емоційності є більше стресочутливими.

Таблиця 2. Вміст кортизолу у плазмі крові молодняку свиней (M ± m; n = 3)

№ групи	$К_е$	Кортизол, нмоль/л
І	19,69 ± 1,37	74,60 ± 8,57
ІІ	53,07 ± 4,23	35,13 ± 2,06 *

Досліджуючи продуктивність свиней встановили, що при переведенні на відгодівлю середня маса тварин з різним $К_е$ вірогідно не відрізнялася. Середньодобові прирости свиней дослідних груп під час відгодівлі були тенденційно вищими у тварин ІІ групи (різниця не була вірогідною). Дослідні тварини були відправлені на забій у 6,5-місячному віці. Передзабійна маса свиней ІІ групи складала 124,0 ± 3,26кг, а свиней І групи – 118,0 ± 3,79кг (табл. 3). Маса туші та забійний вихід м'яса вірогідно вищими були у ІІ групі свиней (табл. 4).

Група	Кількість тварин, голів	Середня маса при переведенні на відгодівлю, кг	Середня маса свиней перед здачею на забій, кг	Середньодобові прирости за період відгодівлі, кг
І	21	33,8 ± 1,16	118,0 ± 3,79	0,790 ± 0,02
ІІ	19	34,6 ± 1,61	124,0 ± 3,26	0,834 ± 0,02

Таблиця 3. Продуктивність молодняку свиней (M ± m)

При вивченні якості м'яса було встановлено, що вміст загальної вологи був вищим у м'ясі свиней І групи, з низьким $К_е$ ($p<0,05$), а вміст зв'язаної вологи була переконливо більшим у свиней ІІ групи, з високим $К_е$ ($p<0,01$). Вологоутримуюча здатність м'яса визначається кількістю зв'язаної води у відсотках від маси м'яса і зумовлює соковитість та ніжність його. Чим більша утримуюча здатність білкової молекули, тим міцніше м'ясо зв'язує воду і, відповідно, менше втрачає її при термічній та кулінарній обробці. Таке м'ясо ніжне і соковите, більш сухе на розрізі, має хороший товарний вигляд [3,4].

Таблиця 4. М'ясні якості свиней відгодівельної групи (M ± m, n = 5)

Група	Передзабійна жива маса, кг	Маса туші, кг	Вихід м'яса, %
І	118,0 ± 3,79	81,8 ± 3,99	69,2 ± 1,57
ІІ	124,0 ± 3,26	91,2 ± 2,61	73,5 ± 0,13*

Таблиця 5. Дослідження фізико-хімічних властивостей м'яса свиней (M ± m, n = 5)

Група тварин	pH	Колір, коефіцієнт екстинкції	Вміст загальної вологи, %	Вміст вільної води, %	Вміст зв'язаної води, %	Площа відпресованого м'яса, мм^2
І	5,91±0,02	111,00±2,15	75,65±0,21	24,25±0,61	51,40±0,50	177,40±3,05
ІІ	6,02±0,03*	123,8±1,82**	74,85±0,21*	20,06±0,47***	54,79±0,62**	176,60±2,86

Водневий показник був вірогідно вищим у м'ясі туш від свиней з високим Ке ($p< 0,05$). При дослідженні якості м'яса було встановлено, що колір м'яса за коефіцієнтом екстинкції був вищим у II групі свиней, які володіли вищим $К_е$ ($p<0,01$). Якщо в цілому вміст вологи переважав у м'ясі свиней I групи ($p<0,05$), то вміст зв'язаної води був більшим у м'ясі тварин II групи ($p<0,01$), тобто вологоутримуюча здатність м'яса цих свиней була вищою. Вірогідної різниці в показниках за площею відпресованого м'ясного вічка свиней різних груп ми не встановили (табл.5).

Висновки.

1. Тестування свиней у виробничих умовах на предмет стресостійкості за визначенням коефіцієнта емоційності ($К_е$) методом «відкритого поля» є прийнятним.

2. Індекс адаптаційних можливостей ендокринних залоз був більшим у свиней з високим $К_е$ ($p<0,05$).

3. Свині з високим $К_е$ мали кращі відгодівельні якості та більший вихід м'яса після забою ($p<0,05$).

4.Свинина отримана від тварин з високим коефіцієнтом емоційності, характеризувалась більш інтенсивним кольором та вищою вологоутримуючою здатністю ($p<0,01$).

5. Свині з високим $К_е$ є більш стресостійкими, а тому проявляють більш високу продуктивність та вищу якість продукції в умовах промислового виробництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Акімов С.В., Бургу Ю.Г., Оксинюк А.Н. Методика вивчення емоційності свиней методом «відкритого поля». Сучасні методики досліджень у свинарстві. УААН Полтавська ДААІС ім.О.В.Квасницького УААН. Полтава, 2005. С. 69-72.
2. Комлацкий В.И. Этология свиней: Учебник: 3-е изд., перераб. и доп. СПб.: Издательство «Лань», 2018. 416с.
3. Маменко А.М., Кандыба В.Н., Бугаев Н.И. Формирование, прогнозирование и методы оценки качества мясной продукции животных. Харьков: РИП «Оригинал», 1998. 256с.
4. Решетник А.О., Демчук М.В. Відгодівельні та м'ясні якості свиней з різним коефіцієнтом емоційності при інтенсивній технології виробництва свинини // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Ґжицького. Львів, 2008.Т.10, №2(37),Ч.4. С.149-153.
5. Решетник А.О., Коцюмбас Г.І. Морфофункціональна характеристика периферичних залоз внутрішньої секреції свиней з різним коефіцієнтом емоційності // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Ґжицького. Львів, 2008. Т.10, №3(38),Ч.2.С.178-184.
6. Решетник А.О., Смоляк В.В., Лайтер-Москалюк С.В. Стан добробуту свиней у промисловому свинарстві // Наук. Вісник ЛНУВМБТ імені С.З.Ґжицького. Том 18, №4(72) Львів, 2016. С.66-71.
7. Розведення свиней. В.М Нагаєвич , В.І. Герасимов, М.Д.Березовський та ін. Еспада, 2005. 296с.
8. Фізіолого-біохімічні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник. Видання третє, перероблене і доповнене. Львів, 2004. 399с.

REFERENCES

1. Akimov S.V., Burga Yu.G., Oksenyuk A.N. Method of studying the emotionality of pigs by the method of «open field». Modern methods of research in pig breeding of the UAAN Poltava DAAIS im.O.V.Kvasnitsky UAAS. Poltava 2005. P. 69-72.
2. Komlatsky V.I. Ethology of pigs: Textbook: 3rd ed., proces. and supp. - SPb .: Lan publishing house, 2018. - 416 p.
3. Momenko A.M., Kandyba V.N., Bugaev N.I. Formation, forecasting and methods for assessing the quality of meat products of animals. Kharkov: RIP «Original», 1998. 256p.
4. Reshetnyk A.O., Demchuk M.V. Feeding parameters and meats qualities of pigs are with the different coefficient of emotionality //Scientific bulletin of the Lviv national university of veterinary medicine and biotechnology named after S.Z.Gzhytsky. Lviv, 2008.T.10, №2(37), Part 4. P.149-153.
5. Reshetnyk AO, Kotsyumbas G.I. Morfofunctional characteristic of peripheral glands of the internal secretion of pigs with different coefficient of emotion // Scientific herald of Lviv national university of veterinary medicine and biotechnology named after S.Z.Gzhytsky. Lviv, 2008.10, №3(38), P.2.S.178-184.
6. Reshetnyk A.O., Smolyak V.V., Layter-Moskalyuk S.V. State of pig welfare in industrial pig farming // Scientific messenger of Lviv national university of veterinary medicine and biotechnologies named after S.Z. Gzhytskyj. Vol. 18, № 4(72) Lviv, 2016. p.66-71.
7. Breeding of pigs. V.M. Nagaevich, V.I. Gerasimov, M.D. Berezovsky and others. Espaada, 2005. 296p.
8. Physiological and biochemical methods of research in biology, livestock and veterinary medicine: the guide. -The third edition, revised and supplemented. Lviv, 2004. 399p.

Some peculiarities of the organism and meat quality of pigs fattening groups with a different coefficient of emotion for industrial technology

A. O. Reshetnyk, S. V. Laiter-Moskaliuk

Abstract. The testing of pigs for the subject of stressfulness was determined by the definition of the coefficient of emotionality by the "open field" method. Pigs with a higher emotional coefficient possessed a higher index of adaptive capacity, contained lower levels of cortisol in the blood during stress, had better nutritional qualities, and had higher meat yields after slaughter. Pork was obtained from animals with a high emotionality coefficient, characterized by a more intense color and a higher moisture content. Based on the results obtained, it is evident that pigs with high Ke are more stress-resistant, show higher productivity and higher quality products in the conditions of industrial production.

Keywords: *stress, emotional coefficient, adaptation, meat quality.*

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