



Issue №13

Part 1



International periodic scientific journal

ONLINE

www.sworldjournal.com

D.A.Tsenov Academy of Economics - Svishtov (Bulgaria)

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
(ICV: 82.07)
GOOGLESCHOLAR

SWorld Journal

Issue №13

Part 1

May 2022

Published by:

SWorld & D.A. Tsenov Academy of Economics, Svishtov, Bulgaria

Editor: Shibaev Alexander Grigoryevich, *Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician*
Scientific Secretary: Kuprienko Sergey, *PhD in Technical Sciences*

Editorial board: More than 250 doctors of science. Full list on page:
<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/about/editorialTeam>

Expert-Peer Review Board of the journal: Full list on page:
<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/expertteam>

The International Scientific Periodical Journal "SWorldJournal" has gained considerable recognition among domestic and foreign researchers and scholars. Today, the journal publishes authors from different countries.

Journal Established in 2018. Periodicity of publication: twice a year

The journal activity is driven by the following objectives:

- Broadcasting young researchers and scholars outcomes to wide scientific audience
- Fostering knowledge exchange in scientific community
- Promotion of the unification in scientific approach
- Creation of basis for innovation and new scientific approaches as well as discoveries in unknown domains

The journal purposefully acquaints the reader with the original research of authors in various fields of science, the best examples of scientific journalism.

Publications of the journal are intended for a wide readership - all those who love science. The materials published in the journal reflect current problems and affect the interests of the entire public.

Each article in the journal includes general information in English.

The journal is registered in the INDEXCOPERNICUS, GoogleScholar.



УДК 614.9:579. 62:613, 287:613,287.5

**MICROBIOLOGICAL ANALYSIS AND SANITARY AND HYGIENIC
CONTROL OF RAW MILK****МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ТА САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНИЙ КОНТРОЛЬ
МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ****Prylipko T.M. / Приліпко Т.М.,***d.a.s., prof. / д.с.н., проф.*

ORCID: 0000-0002-8178-207X

Publons: AAF-5445-2019

*Higher education institution Podolsk State University, Kamianets-Podilskyi, Shevchenko, 13, 32300**Заклад вищої освіти Подільський державний університет***Bukalova N. V / Букалова Н.В.***Ph.D. (Veterinary), канд. вет. н., доц.*

ORCID: 0000-0003-4856-3040

Bogatko N. M / Богатко Н. М.*d.v. n/, д.в.н*

ORCID: 0000-0002-1566-1026

Lyasota V.P. \ Лясота В.П.*d.v. s., prof. / д.в.н., проф.*

ORCID: 0000-0002-2442-2174

*Bila Tserkva National Agrarian, Bila Tserkva, Soborna 8\1, 09100**Білоцерківський національний аграрний університет., Біла Церква, Соборна 8\1, 09100*

Abstract. За результатами дослідження сирого незбираного молока коров'ячого, викладеними у статті, встановлена його контамінація не лише мікрококами, психрофільними мікроорганізмами родів *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Enterobacter*, але й патогенними та умовно-патогенними мікроорганізмами (стафілококами, стрептококами, кишковою паличкою, коринебактеріями), які спричинюють виникнення запалення молочної залози і є збудниками харчових отруєнь людей. Відповідно до вимог ЄС, значне підвищення нормативів безпечності та якості молока-сировини за вимогами національного стандарту (ДСТУ 3662–2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови») вимагає перегляду нормативної бази стосовно санітарно-гігієнічних та технологічних умов одержання, його первинної обробки на потужностях з виробництва незбираного коров'ячого молока-сировини. Для визначення ефективності санітарної обробки і нормативної чистоти доїльного обладнання й молочного устаткування досить надійним та інформативним показником є встановлення титру ентерококів, оскільки нині широко використовуваний з цією метою титр бактерій групи кишкової палички має децю нижчу результативність, а тому не зовсім виправданий.

Keywords. молоко-сировина коров'яче, доїльне обладнання, норматив чистоти, КМАФАнМ, патогенні мікроорганізми, титр БГКП, титр ентерококів, субклінічний мастит.

Introduction. One of the main points of the state policy on ensuring the safety and quality of milk and dairy products for the life and health of the population is to control the safety and quality of milk, raw milk and dairy products. There are special requirements for the safety and quality of raw cow's milk, because, with the slightest violation of the sanitary and hygienic conditions of its production and primary processing at milk production facilities, it can serve as a favorable environment for the development of opportunistic and pathogenic microorganisms [1,2].



Under modern conditions, indirect methods of identification of pathogenic microorganisms are widely used in the study of whole cow's milk, which only with a certain degree of probability make it possible to detect them, due to the fact that the arsenal of direct microbiological methods of pathogenic bacteria is still insufficient. An indicator of fecal contamination of raw milk, in particular, and the environment in general, is the presence of bacteria of the *Escherichia coli* group (BGKP), namely - *Escherichia coli* [3,4]. At present, ecological science is becoming a specific general scientific approach to the study of various objects of the environment and society, and on the basis of the principles of greening, somewhat new approaches to obtaining safer raw milk are being formed. [5]. With this approach, it is very important to identify sanitary-indicative microorganisms in raw milk.

The main source of microbial contamination of whole cow's milk is milking equipment and dairy equipment, as more than 90% of the microflora is microorganisms that are on their internal surfaces, therefore, compliance with sanitation requires considerable attention and priority and ensures the safety of raw milk. [5].

Experimental studies have shown that during the period of receipt of fresh milk in the total tank capacity and its cooling to a temperature of 4 ± 2 ° C, the number of microorganisms in it increases by 3–3.5 times due to their washing from the surface of milking equipment and their subsequent development [5, 6,7]. For delivery to raw milk processing capacity with the number of mesophilic aerobic and optionally anaerobic microorganisms (KMAFanM) up to 100 thousand CFU, it is required that 1 cm³ of fresh milk yield had no more than 20 thousand colony-forming units. Such milk can be obtained only if the amount of MAFANM in washes from milking equipment parts does not exceed 500 CFU / cm³, which in turn requires not only the availability of appropriate technologies in raw milk production facilities, effective detergents and disinfectants, qualified staff, but also systematic monitoring of the effectiveness of sanitation of milking equipment, which is the main source of contamination of fresh milk with microflora [8, 9].

Therefore, it is important to find an alternative, faster and easier to implement method for determining the effectiveness of sanitation of milking equipment and dairy equipment, with results adequate to the direct cup method.

Material and methods. The research was conducted in accordance with current regulations: DSTU 3662–2018, DSTU 7089: 2009, DSTU 1DF 122C: 2003 (1DF 122C: 1996, IDT), DSTU ISO 5944: 2005 (IDF 60: 2001). DSTU 7357: 2013, DSTU IDF 73A: 2003 [2-8]. To determine the effectiveness of the titers of BGKP and enterococci, the effectiveness of sanitation of milking equipment and dairy equipment, parts of the milking machine, cooling tank, for their different sanitary condition were washed, in accordance with the requirements of "Sanitary rules for care of milking equipment and dairy equipment and their sanitary condition " [1 - 6], «Рекомендацій щодо санітарно-мікробіологічного дослідження змивів з поверхонь тест-об'єктів та об'єктів ветеринарного нагляду і контролю» [7].

Results of the research. For sanitary treatment in this farm use the drug "Desmol", produced by the industry for simultaneous washing and disinfection of milking equipment and dairy equipment and is a mixture of inorganic salts,



detergents and chlorine component (5-6% active chlorine), as well as anti-corrosion substances and water softeners. In the case of manual processing of portable cans in which milk is produced from cows on the farm, disinfection is carried out with a solution of "Desmol" with a mass fraction of 0.5%.

Micrococci (31.8%), psychrophilic bacteria of the families *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Enterobacter* (21%), staphylococci (14.2%), streptococci (13%) and corynebacteria were found to be the largest percentage of bacteria in fresh milk. (thirteen%).

The first experimental group presents the results of the study of washes, the microbial count (KMAFANM) which was within the normative limits of effective sanitation, and the titers of both groups of sanitary-indicative microorganisms (BGKP and enterococci) was > 1.0 .

In the second experimental group, the results of the study of washes with titers of BGKP > 1.0 , and enterococci - 1.0 and < 1.0 (range of MAFANM - from 1000 to 1000 000 CFU).

In the third experimental group - data on the results of the study of all washes with a microbial number from 1000 to 1000 000 CFU and more than 1000 000 CFU, the titer of BGKP and enterococci - 1.0 and < 1.0 , respectively.

The results of the study of washes in the second experimental group give grounds to claim that the titer of BGKP more than 1.0 can not serve as an indirect indicator of the regulatory purity of milking equipment. The titer of enterococci (first experimental group) more than 1.0 in 91.0% of cases had almost the same indicators with the normative amount of MAFANM in washes (≤ 500 CFU). The slight deviation of the microbial number from 500 to 1000 CFU is only 9%, and therefore we will consider it not fundamental.

With an enterococcal titer of more than 1.0, the standard amount of mesophilic aerobic and optionally anaerobic microorganisms in fresh milk was up to 19 thousand CFU / cm³.

Thus, the results of the study confirmed the statements of a number of Ukrainian and foreign scientists [5-9] on the high informativeness and effectiveness of determining the titer of enterococci as a bioindicator group of bacteria to control good hygienic and industrial practices of obtaining and primary processing of whole cow's milk. .

Bacteriological studies of raw milk were performed to determine the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms (KMAFanM), the presence of *Escherichia coli* bacteria (BGKP), pathogenic staphylococci and streptococci, which are the causative agents of mastitis. It was found that the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms in the secretion of cows with subclinical mastitis is from 1 to 3 million CFU / cm³, and clinically healthy - from 10 to 100 thousand CFU / cm³. Morphologically, it was the microflora, which was gram-positive cocci (mostly) and rods.

In subclinical mastitis, hemolytic and plasma-coagulating staphylococci were more frequently isolated, agalactic streptococci and *Escherichia coli* bacteria were less common. Of the 12 cultures of staphylococci studied, of the affected udder of cows suffering from mastitis, 74.6% of their strains were identified as



Staphylococcus aureus, as they had such basic biochemical properties as blood plasma coagulation, hemolysis of erythrocytes, mannitol fermentation.

Examination of secretions from the affected udder of cows with mastitis identified mainly *Streptococcus agalactiae* group B streptococci, which accounted for 54.7% of the total number of these microorganisms. Regarding *Escherichia coli* bacteria isolated from the affected parts of the mammary gland of cows, 7 strains out of 12 were classified as *Escherichia coli*.

The main pathogens of mastitis were not detected in milk samples obtained from clinically healthy cows, adjacent unaffected parts of the udder of cows suffering from mastitis. Milk from clinically healthy cows and from unaffected parts of the udder of patients did not contain pathogenic microorganisms that could cause pathological processes and food poisoning in humans.

Conclusion. 1. Fresh milk from cows, obtained at the milk production facility of STOV "Burivske" Gorodnyansky district of Chernihiv region, contaminated not only with micrococci, psychrophilic microorganisms (*Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Enterobacter*), but also pathogenic streptococcus, including staphylococci, including corynebacteria, which cause not only inflammation of the breast, but also are the causative agents of food poisoning in humans.

2. In the milk of clinically healthy cows, the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms ranged from 10 to 100 thousand CFU / cm³, and the main causative agents of mastitis were not detected.

3. In the milk of cows suffering from subclinical mastitis, the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms ranged from 1 to 3 million CFU / cm³, more often *Staphylococcus aureus* was isolated, less often *Streptococcus agalactiae* and *Escherichia coli*.

References

1. 1. Kozenko OV, Svergun Zh. G. Prerequisites for creating a system of good hygienic practice in farms producing raw cow's milk. Scientific Bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzhytsky. 2011. T. 13 № 2 (48). Ch. 2, S. 234–240.
2. 2. Svergun JG Titer of enterococci as an indicator of the efficiency of sanitation of milking parlors. Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2010. Part 2. № 3. P. 353–356.
3. 3. Svergun JG Enterococci as a bioindicator group of bacteria in milk hygiene. Scientific Bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after SZ Gzhytsky. 2009. T. 11. Ch. 3. № 3 (42). Pp. 126–130.
4. Lück H. Reduction tests for determination of the bacteriological quality of raw milk. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte*. 2012. № 1. P. 108–116.
10. DSTU 3662–2018 Raw cow's milk. Specifications". [Valid from 2019-01-01]. Kind. officer Kyiv, 2019. 22 p. (Information and documentation).
6. Biochemical and microbiological quality control of food products. Tutorial. / T.M. Prilipko, TV Koval, N.V. Bukalova. - Kamyansky-Podilsky, 2020. - 653 p.
7. Nadia M. Bogatko, Natalia V. Bukalova, Vasil P. Lyasota, Lyudmyla P. Artemenko1, Leonid M. Bogatko, Tetiana . Bakhu,. Tatiana M. Prilipko, Inna V.



Zabarna, Lubov B. Savchuk, Svetlana A. Tkachuk Some indices' determination of raw and pasteurized cow milk by ukrainian manufacturers using unique express methods Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences (JMBFS) August – September 2019, vol. 9, no. 1 MAIN WEB SITEISSUE

8. Tetiana Prylipko, Volodymyr Kostash, Viktor Fedoriv, Svitlana Lishchuk, Volodymyr Tkachuk. Control and Identification of Food Products Under EC Regulations and Standards. International Journal of Agricultural Extension.- Special Issue (02) 2021. p.83-91.

9. Prylipko, T.M., Prylipko, I.V. Task and priorities of public policy of Ukraine in food safety industries and international normative legal bases of food safety // Proceedings of the International Academic Congress «European Research Area: Status, Problems and Prospects» (Latvian Republic, Rīga, 01–02 September 2016).

Abstract. За результатами дослідження сирого незбираного молока коров'ячого, викладеними у статті, встановлено його контамінація не лише мікрококами, психрофільними мікроорганізмами родів *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Enterobacter*, але й патогенними та умовно-патогенними мікроорганізмами (стафілококами, стрептококами, кишковою паличкою, коринебактеріями), які спричиняють виникнення запалення молочної залози і є збудниками харчових отруєнь людей. Відповідно до вимог ЄС, значне підвищення нормативів безпеки та якості молока-сировини за вимогами національного стандарту (ДСТУ 3662–2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови») вимагає перегляду нормативної бази стосовно санітарно-гігієнічних та технологічних умов одержання, його первинної обробки на потужностях з виробництва незбираного коров'ячого молока-сировини. Для визначення ефективності санітарної обробки і нормативної чистоти доїльного обладнання й молочного устаткування досить надійним та інформативним показником є встановлення титру ентерококів, оскільки нині широко використовуваний з цією метою титр бактерій групи кишкової палички має децю нижчу результативність, а тому не зовсім виправданий.

Keywords. молоко-сировина коров'яче, доїльне обладнання, норматив чистоти, КМАФАнМ, патогенні мікроорганізми, титр БГКП, титр ентерококів, субклінічний мастит.



УДК 621.311

RELIABILITY OF PROTECTION OF ELECTROTECHNICAL COMPLEXES**НАДІЙНІСТЬ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ****Fedoriv M./ Федорів М.Й.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.***Kurlyak P./ Курляк П.О.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.**Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,**15 Karpatska Str, Ivano-Frankivsk, Ukraine, 76019**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,**вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019*

Анотація. Стаття присвячена окремим питанням підвищення надійності складних електротехнічних комплексів засобами диференційного захисту. Надійність пристроїв захисту має велике значення, так як відмова в функціонуванні даних пристроїв може спричинити серйозні втрати. Зосереджено увагу на правильній організації процесу обслуговування захисту. Акцентовано на оцінці надійності захисту методом ланцюгів Маркова, що має ряд переваг над іншими способами.

Ключові слова: електротехнічний комплекс, надійність, диференційний захист, метод ланцюгів Маркова.

Вступ.

Проблема надійності електричних станцій, підстанцій, ліній електропередач, електричних мереж і систем – одна з першочергових проблем енергетики. В окремих енергетичних системах число аварій протягом року досягає декількох десятків, а річний обсяг електричної енергії, яку не отримав споживач в результаті аварій – декількох мільйонів кіловат-годин. Сумарна потужність генераторів, що одночасно простоюють в аварійному ремонті, становить мільйони кіловат. При такій високій аварійності в енергосистемах оцінка надійності окремих видів устаткування й установок, пошук шляхів підвищення надійності як у ході експлуатації, так і при проектуванні стають першочерговими завданнями.

Основний текст.

Надійність роботи електротехнічного комплексу (ЕТК) безпосередньо залежить від надійності роботи його захисту. Надійність – властивість об'єкта виконувати задані функції у заданому обсязі за певних умов функціонування. Щодо захисту під об'єктом розуміється шафа або панель захисту, окремо взятий елемент – пристрій захисту, реле.

Надійність системи закладається на стадії проектування, а потім відображається в закінченому виробі на стадії його виготовлення, але реалізується вона тільки при експлуатації виробів, так як саме від експлуатаційної надійності залежить народногосподарський ефект того чи іншого електричного обладнання, тої чи іншої системи. Тому найбільш повно і достовірно кількісні показники надійності можуть бути визначені в результаті статистичної обробки інформації, одержаної при експлуатації виробів серійного виробництва. Надійність пристроїв захисту має велике значення, так як відмова



в функціонуванні даних пристроїв може спричинити серйозні втрати.

Відмови системи захисту можуть виникати: в процесі перевірки його справності персоналом при виведеному з роботи захисті; в процесі автоматичної або автоматизованої перевірки справності без виведення пристрою з роботи; якщо в результаті появи несправностей відбувається неправильна робота системи захисту (відмови в функціонуванні).

Визначальною особливістю техніки надійності релейного захисту - необхідність розрізняти надійність спрацьовування і надійність неспрацьовування [1]. З обліком особливостей аналізованого централізованого диференційного захисту, розрахунки найбільш оптимально вести для двох груп відмов в функціонування:

- хибні спрацьовування (при відсутності короткого замикання (КЗ) на об'єкті, що захищається, - режим чергування);
- відмови в спрацьовуванні (при пошкодженні на об'єкті, що захищається).

Поділ на дві групи виконується в зв'язку з тим, що захист неоднаково веде себе при різних режимах. Якщо в режимі чергування (при відсутності КЗ в системі) в захисті з'явилася несправність, здатна самотійно призвести до його хибного спрацьовування, та виконуються умови прояву цієї несправності, то така несправність відразу ж призводить до відмови в функціонуванні - хибного спрацьовування захисту.

Якщо ж у захисті з'явилася несправність, здатна призвести до відмови в спрацьовуванні, то зазвичай відразу ж відмови у функціонуванні немає. Для цього потрібно, щоб пошкодження на елементі, що захищається, мало місце одночасно з наявністю в захисті відповідної несправності. Таким чином, в режимі при пошкодженні на об'єкті, що захищається, до появи відмов в функціонуванні може привести лише поєднання двох подій: наявності у захисті відповідної несправності та виникнення пошкодження на об'єкті, що захищається.

Таким чином, можна сказати, що при виникненні КЗ в електричній системі, захист веде себе як система масового обслуговування, і функціонує «по вимозі». Самі ж вимоги виникають випадковим чином.

Цей підхід також описується низкою зарубіжних науковців, зокрема [2].

На відміну від методик розрахунку, застосовуваних для пристроїв на електромеханічній елементній базі, в розрахунках не враховуються зайві спрацьовування (режим зовнішніх КЗ, при пошкодженні поза зоною захисту). Це пов'язано з тим, що зайве спрацьовування диференційного захисту може статися через похибки трансформатора струму (ТС), несправності вторинних струмових ланцюгів і неправильно вибраних уставок. З урахуванням особливостей аналізованого захисту, який представляє собою повністю готовий мікропроцесорний пристрій, має свої показники надійності, а також приймаючи, що обладнання (ТС) обрано коректно, уставки спрацьовування розраховані правильно, виходить, що розрахунки доцільно вести тільки для двох груп відмов в функціонуванні.

Велике значення при розрахунку показників надійності має облік



відновлення – перехід з несправного стану в справний. Під відновленням справності зазвичай розуміється ремонт.

Час відновлення T_v може бути визначено наступним чином:

$$T_v = T_{\text{виявл.}} + T_{o.o.} + T_{в.в.}, \quad (1)$$

де $T_{\text{виявл.}}$ – час виявлення пошкодження; $T_{o.o.}$ – час очікування обслуговування; $T_{в.в.}$ – час відновлення працездатності.

Несправність, що з'явилася у пристрої захисту, може бути виявлена далеко не відразу, якщо вона не призвела до помилкового спрацювання. Несправність може ніяк себе не проявити і залишитися непоміченою, наприклад, до того моменту часу, коли на силовому об'єкті з'явиться коротке замикання.

Час очікування обслуговування $T_{o.o.}$ залежить від умов експлуатації і режиму обслуговування на енергооб'єкті.

Час усунення несправності $T_{\text{усун.}}$ включає в себе пошук несправного елемента в межах системи, що обслуговується, і безпосередньо час ремонту. Якщо ж йдеться про відновлення працездатності шляхом автоматичного виведення з роботи пошкодженого блоку і введення замість нього в роботу справного блоку захисту, то час усунення несправності може бути дуже малим й наближатися до нуля.

Важливий складник потоку відновлень є потік профілактичних перевірок, періодичність та обсяг яких встановлюються відповідними інструкціями. Повні профілактичні перевірки проводять на панелях і шафах релейного захисту з періодичністю раз в 3-8 років в залежності від місця розташування і умов експлуатації. Пошкоджені блоки та модулі, а також елементи, які виробили свій ресурс, при цьому замінюють на справні.

Своєрідними перевітками працездатності захисту є КЗ на устаткуванні, що захищається або в прилеглий частині електричної системи. Якщо при пошкодженні на об'єкті, що захищається, при якому пристрій має спрацювати, він не спрацював, то зазвичай проводять повну перевірку працездатності відповідного пристрою захисту.

Для оцінки надійності захисту застосовують метод ланцюгів Маркова, що має ряд переваг над іншими способами. Процеси зміни станів системи, на які в основному впливають випадкові відмови окремих елементів, описуються з використанням пуасонівських випадкових процесів (рідкісні випадкові явища). При показниковому розподілі часу між відмовами і показниковому розподілі тривалості станів відмов створюються можливості застосування добре розробленого апарату теорії масового обслуговування - апарату так званих марківських випадкових процесів.

Процес називається марківським, якщо стан елементу або системи в майбутньому залежить тільки від стану в даний момент часу і не залежить від того, яким чином елемент прийшов в цей стан.

Більшість інших методів дозволяють розрахувати лише встановлені значення такого показника, як коефіцієнт неготовності – ймовірність того, що об'єкт виявиться в непрацездатному стані в довільний момент часу, крім



запланованих періодів, впродовж яких застосування об'єкта за призначенням не передбачається.

Висновки.

Таким чином, самі КЗ на устаткуванні не є подіями, що відновлюють працездатність захисту, але неправильна поведінка захисту при таких КЗ призводить до відновлення працездатності.

При правильній організації процесу обслуговування захисту будь-яка його відмова у функціонуванні має призводити до повної перевірки справності. Наприклад, після помилкового спрацьовування має бути усунений не тільки дефект, що привів до хибного спрацьовування, але також і інші несправності і дефекти, які до моменту перевірки нагромадились в схемі захисту.

Література:

1. Надійність електропостачання. Навчальний посібник / М.Й. Федорів, М.І. Михайлів – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2020. –183 с.
2. Khurram A. Reliability Analysis of Protective Relays in Power Distribution Systems / A. Khurram, H. Ali, A. Tariq, O. Hasan // 18th International Workshop on. Formal Methods for Industrial Critical Systems (FMICS-2013), Springer LNCS 8187, Madrid, Spain, pp. 169-183.
3. Шалин А.И. Надежность и диагностика релейной защиты энергосистем / А.И. Шалин. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. – 549с. Федорів М.Й. , 4. 4. Федорів М.Й., Галушак І.Д., Проблема підвищення надійності релейного захисту в електроенергетичних системах. Sworld – International scientific integration: Збірник матеріалів конференції , 2020 с.92-94 (9-10 листопада) (Index Copernicus).

Abstract. The article is devoted to some issues of increasing the reliability of complex electrical systems by means of differential protection. The reliability of protection devices is important, as failure of these devices can cause serious losses. The focus is on the proper organization of the protection service process. Emphasis is placed on assessing the reliability of protection by the Markov chain method, which has a number of advantages over other methods.

Key words: electrotechnical complex, reliability, differential protection, Markov circuit method.



УДК 519.6: 681.5

FEATURES OF ACCELERATED CARRIAGE MOVEMENT IN THE LINEAR DRIVE SYSTEM OF VIBROCALIBRATION COMPLEX ОСОБЛИВОСТІ ПРИСКОРЕНОГО РУХУ КАРЕТКИ В СИСТЕМІ ЛІНІЙНОГО ПРИВОДУ ВІБРОКАЛІБРУВАНЬНОГО КОМПЛЕКСУ

Kryvoruchko I.P. / Криворучко І. П.
researcher/н. снівр.

ORCID: 0000-0003-2848-5348

G.E.Puhov Institute for modeling and energy engineering, Kyiv, Naumova, 15, 03164

Інститут проблем моделювання в енергетиці ім.Г.Є.Пухова, Київ, Наумова, 15, 03164

Анотація. Запропоновано режим рівноприскореного коливального руху як одного з можливих для виконання вібродіагностичних вимірювань. Графік зміни прискорення на проміжку рівному половині коливання складається з шести ділянок: синусоїдального розгону, сталого, косинусоїдального, синусоїдального гальмування, сталого і косинусоїдального. Надаються рівняння та графіки для розрахунків прискорення, швидкості та переміщення як функції часу. Наводиться та описується алгоритм розрахунку міжкрокових інтервалів для реалізації такого руху. У відповідності з цим алгоритмом проведені розрахунки параметрів руху на конкретному прикладі. Акцентовується увага на існуванні певних обмежень для величин параметрів, які враховуються у обчисленнях.

Ключові слова: кроковий двигун, вібро-калібрувальний комплекс, рівноприскорений рух, алгоритм.

Вступ

Одним із можливих типів руху каретки вібро-калібрувального комплексу є рівноприскорений коливальний рух. Привабливість такого виду переміщення каретки для вирішення задач віброкалібровки та вібродіагностики пов'язана зі сталістю величини прискорення на певному часовому інтервалі коливань.

Взагалі прискорений/гальмівний рух використовується як елемент переміщення об'єкту від однієї точки до іншої. При цьому цей шлях складається з трьох частин: прискорення - для швидкого досягнення оптимальної швидкості, ділянки з постійною швидкістю – основна частина переміщення та гальмування аж до нульової швидкості при досягненні кінцевої точки шляху. Характер зміни прискорення на ділянці прискорення/гальмування може бути лінійною, експоненціальною, параболічною, S-типу та ін. При лінійному законі зміни прискорення можливі пропуски кроків та виникають залишкові вібрації при досягненні кінцевого положення.

Прискорення/гальмування S-типу – це метод зміни швидкості, при якому крива зміни швидкості в часі наближається до форми "S" в процесі прискорення або уповільнення.

Можливість управління кроковим двигуном (КД) для реалізації такого характеру руху згадується у роботі [1]. Розглядається алгоритм зміни частоти управляючих імпульсів для реалізації прискорення/гальмування за трапецеїдальному та параболічному законам. Показано пришвидшення в досягненні кута повороту за параболічним законом зміни прискорення на 21% по відношенню до трапецеїдального.

Новий підхід реалізації S-типу кривої розгону/гальмування наведено в [2].



У якості змінної при розрахунках параметрів руху береться не час, а число імпульсів, необхідне для переміщення каретки з однієї точки до іншої. Тут розглядається варіант лінійного характеру зміни прискорення з часом. Тому в точках перелому графіка: $a(n) = a_o + kn$, на графіку руху будуть спостерігатися нелінійності. Крім того, основна задача даної роботи полягала у спрощенні розрахунків для реалізації переміщення каретки з однієї позиції до іншої. Альтернативі S-кривій у роботі [3] пропонується алгоритм розгону, який включає експоненціальний ріст, рух з постійним прискоренням та гальмування за параболічним законом.

Для реалізації рівноприскореного руху з метою виконання процедур щодо віброкалібровки важливо не саме переміщення, а точне відтворення графіка руху з урахуванням часових параметрів: частоти коливань та синхронності у відповідності з рівнянням руху.

З метою забезпечення гладкості графіка рівняння прискорення від часу пропонується представити його у вигляді тригонометричної функції, а саме:

$$a(t) = a_o \sin(\omega t), \quad (1)$$

де a_o - амплітудне значення прискорення, ω - кругова частота коливання, яка визначається так: $\omega = \pi/2t_o$, де t_o - 1/4 періоду коливань, який відповідає синусоїдальній частині зміни прискорення.

Як видно з рівняння (1) t_o - це значення часу коли прискорення набуває амплітудного значення і далі не змінюється (рис.1). Цей перехід відбувається плавно.

Для прикладу, на рис.1 ця величина складає 10 одиниць по вісі t.

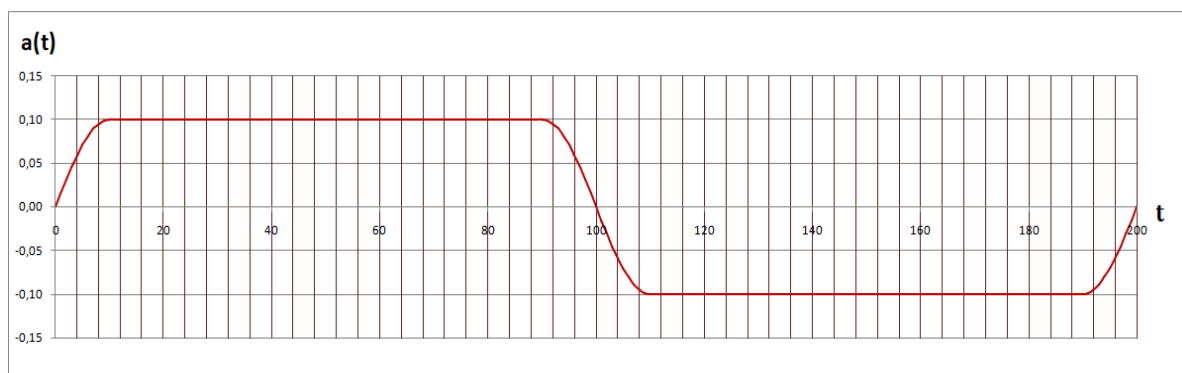


Рис.1 Залежність прискорення від часу.

В діапазоні $t \in [10, 90]$ здійснюється рівноприскорений рух з величиною прискорення рівною a_o . Далі в діапазоні від 90 до 100 рух відбувається з прискоренням:

$$a(t) = a_o \cos(\omega t) \quad (2)$$



В подальшому, в інтервалі значень $t \in [100, 200]$, відбувається гальмування, а рівняння руху відрізняються від наведених вище лише знаком.

Слід зауважити, що зображеному на графіку інтервалу часу від 0 до 200 відповідає переміщення каретки від одного крайнього положення до іншого, що становить половину періоду коливання. Для зручності розгляду, враховуючи симетричний характер графіка, час розгону (0-10) і час зменшення прискорення до нуля (90 -100) позначаємо через t_o . Інтервал сталого значення прискорення позначимо через T_m . Тобто $(T_m + t_o)$ – це момент початку зменшення прискорення. Тоді весь інтервал додатних значень прискорення буде складати $T_m + 2 t_o$ (так само як і від'ємних).

На рис.2 зображено графік зміни у часі величини швидкості. Відповідні рівняння розраховані з урахуванням характеру зміни прискорення (рис.1).

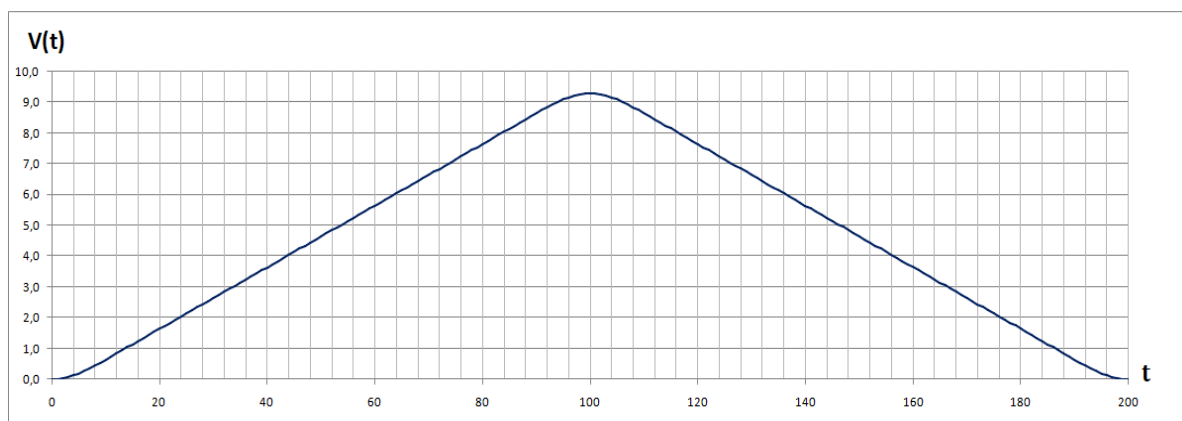


Рис.2 Залежність швидкості від часу.

Наведений графік є наслідком інтегрування трьох рівнянь для прискорення, зображених графічно на мал.1.

Не наводячи процедури розрахунків $V(t)$ даємо їх кінцеві аналітичні вигляди для кожного з трьох інтервалів.

$$V(t) = \frac{a_o}{\omega} * (1 - \cos(\omega t)), \quad 0 \leq t \leq t_o \quad (3)$$

$$V(t) = a_o * (t - t_o) + \frac{a_o}{\omega}, \quad t_o \leq t \leq t_o + T_m, \quad (4)$$

де T_m – інтервал часу від t_o до $(100 - t_o)$.

$$V(t) = \frac{a_o}{\omega} * \sin(\omega(t - T_m - t_o)) + a_o T_m + \frac{a_o}{\omega}, \quad T_m + t_o \leq t \leq 2t_o + T_m \quad (5)$$

Для розрахунків параметрів руху каретки в системі лінійного приводу – кроковий двигун, а саме: міжкрокових інтервалів, загальної величини переміщення з урахуванням обмежень на величин прискорення та швидкості, слід мати аналітичні рівняння руху у вигляді $L = F(t)$.

Тому рівняння (3), (4) та (5) стали вихідними для отримання рівнянь руху у відповідних інтервалах часу.



$$L(t) = \frac{a_o}{\omega} t - \frac{a_o}{\omega^2} \sin(\omega t), \quad 0 \leq t \leq t_o \quad (6)$$

$$L(t) = \frac{a_o(t-t_o)^2}{2} + \frac{a_o(t-t_o)}{\omega} + \frac{a_o}{\omega} t_o - \frac{a_o}{\omega^2}, \quad t_o \leq t \leq t_o + T_m \quad (7)$$

$$L(t) = \left(a_o T_m + \frac{a_o}{\omega} \right) (t - T_m + t_o) - \frac{a_o}{\omega^2} \cos(\omega(t - T_m + t_o)) + \frac{a_o}{\omega} t_o + \frac{a_o}{2} T_m^2 + \frac{a_o}{\omega} T_m, \quad T_m + t_o \leq t \leq 2t_o + T_m \quad (8)$$

На рис.3 наведено графік руху каретки на протязі всього інтервалу часу, який складає половину періоду коливань.

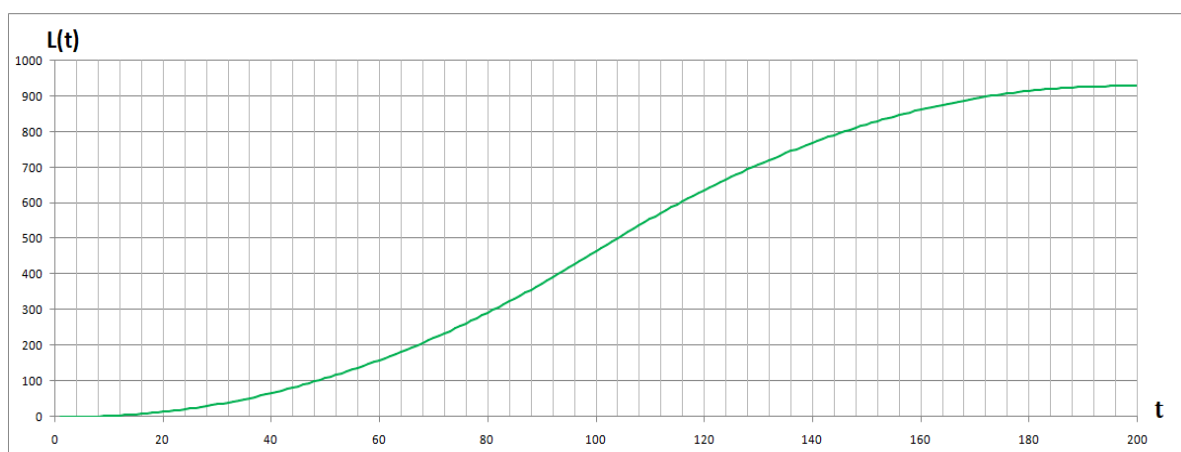


Рис.3 Залежність відхилення положення каретки від часу на інтервалі рівному половині періоду коливань.

Кроковий двигун характеризується ступінчастим характером обертання якоря. Обертальний рух якоря за допомогою спеціального пристрою - актуатора перетворюється на послідовне ступінчасте лінійне переміщення каретки. Розмір кроку визначається як параметрами актуатора так і обраним режимом роботи КД. Залежно від КД і обраного режиму роботи драйвера величина кроку КД може змінюватися від 1,8 кут. град. до 1/512 цієї величини у режимі "мікрокроку". Можна оцінити величину основного кроку в мм.

$$dl = \frac{2\pi \cdot R}{200}, \quad (9)$$

де dl - величина основного кроку, R – радіус шестерні актуатора КД.

Для прикладу, величина кроку для крокового двигуна з шестернею актуатора діаметром 16мм становить приблизно 0,5 мм. Якщо часовий інтервал між здійсненням кроків постійний, тоді швидкість обертання і лінійне переміщення каретки теж буде близькою до рівномірної. Через симетрію графічних залежностей для швидкостей та прискорення графік руху каретки для другої частини періоду коливань теж буде симетричним відносно вертикальної осі, що проходить через абсцису $t=200$ (рис.3).

Тому розраховані значення міжкрокових часових інтервалів для однієї половини будуть такими ж що і для другої половини. Другою задачею, окрім отримання відповідних рівнянь руху, є розробка алгоритму розрахунків



міжкрокових інтервалів (рис.4), які забезпечать рух каретки у відповідності з отриманими рівняннями руху.

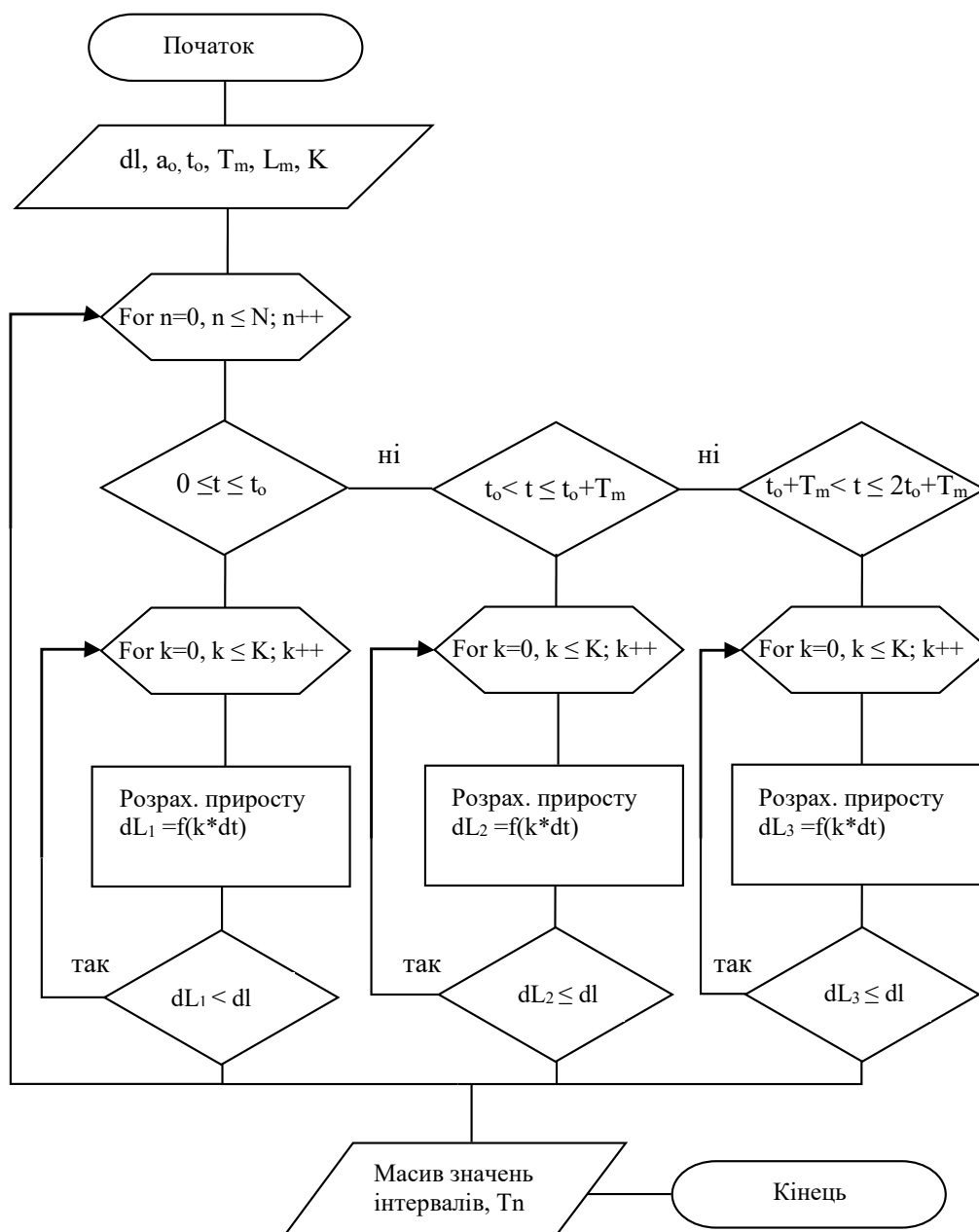


Рис.4 Алгоритм розрахунку міжкрокових інтервалів

Крім визначених раніше при розрахунках міжкрокових інтервалів будуть використовуватися наступні параметри: k - число часових каліброваних інтервалів dt які використовуються як міра. Величина цього інтервалу визначає точність розрахунку міжкрокових інтервалів і ступень співпадіння отриманих результатів з теоретичними. Таким чином величину міжкрокового інтервалу можна представити як $k*dt$. K - це максимальне допустиме число k . N - максимальне можливе число кроків на всій базі, а n - це поточне його значення.

N визначається величиною бази віброкалібрувального комплексу - величиною максимального переміщення каретки L_m і величиною кроку dl простим співвідношенням $N = L_m / dl$.



Для кожного кроку n обраховується поточне значення часової відстані від початку відліку, і в залежності в який часовий інтервал він попадає, вибирається відповідне рівняння (6, 7 чи 8) за яким і розраховується відстань $L_n(k*dt)$ від початкової точки відліку. У цьому ж блоці розраховується різниця між отриманим значенням і яке відповідає попередньому кроку $L_{n-1}(k*dt)$. Якщо ця різниця менша за величину мінімального кроку dl , k збільшується на 1. В іншому випадку фіксується величина $T_n = k*dt$ (міжкроковий інтервал) для цього кроку, і процес повторюється знову для наступного значення n .

За наведеним вище алгоритмом розроблена програма розрахунку міжкрокових інтервалів. У якості прикладу розрахунку на рис. 5 наводяться результати обчислень для випадку коливання з параметрами, які зображені в таблиці нижче.

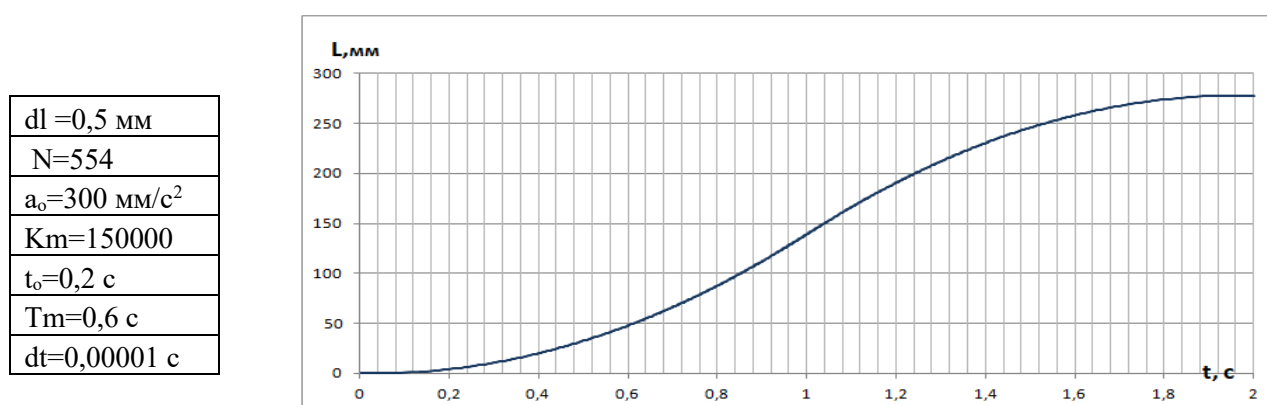


Рис. 5 Графік руху каретки побудований на розрахованих програмою значеннях міжкрокових інтервалів

Діапазон зміни міжкрокових інтервалів складає $0.195 \div 10.975$ мс. Період коливань складає 4 с а максимальне відхилення 256 мм. На величину переміщення L значно впливають як прискорення a_0 так і період коливань. Величина L обмежується базою лінійного переміщення конкретного вібро-калібрувального комплексу. Крім того існують обмеження на максимальні величини a_0 та V , які зумовлені параметрами як самого КД так і динамічними характеристиками механічної частини вібро-калібрувального комплексу.

Коефіцієнт інерції має вирішальне значення для прискорення КД. Різниця у співвідношенні інерції між механічною системою та КД обмежує швидкість прискорення та гальмування і є причиною появи пропусків кроків.

Тому величини цих параметрів у програмі розрахунків міжкрокових інтервалів мають бути взаємопов'язані так, щоб обмежити перевищення максимально допустимого переміщення або прискорення (швидкості). Особливу увагу слід приділити кінцевому відрізку переміщення каретки біля краю бази, аби не допустити механічного пошкодження комплексу.

Висновки

Запропоновано рівномірноприскорений коливальний рух каретки вібро-калібрувального комплексу як одного з можливих режимів коливань.



Наведено основні рівняння для розрахунку прискорення, швидкості та лінійного переміщення для кожної з трьох часових інтервалів розгону / гальмування.

Розроблено алгоритм розрахунку параметрів такого типу коливань і наводяться графічно наслідки обчислень для окремого випадку. Подальша робота над цією пропозицією полягатиме в розробці апаратно-програмної частини з метою її перевірки та оцінки.

Література

1. Daode Zhang, Jingqi Wang, Lei Qian, Jun Yi, Stepper motor open-loop control system modeling and control strategy optimization, Archives of Electrical Engineering vol. 68(1), pp. 63–75 (2019)
2. Zhizheng Zhang and Yuanhua Yu (2022). S-type speed control curve based on the number of pulses *J. Phys.: Conf. Ser.* **2196** 012038
3. Zeng, Min & Hu, Cheng-Zu & Hu, Peng-Fei.(2016). Control Algorithm of Acceleration Curve for Stepper Motor, Journal of Control and Systems Engineering. 4.32-39. 10.18005/JCSE0401004.

Abstract. The mode of uniformly accelerated oscillatory motion is offered as one of possible for performance of vibrodiagnostic measurements. The graph of the acceleration change in the interval equal to half the oscillation consists of six intervals: sinusoidal acceleration, steady, cosine, sinusoidal deceleration, steady and cosine. Equations and graphs are provided to calculate acceleration, velocity, and displacement as functions of time. The algorithm of calculation of interstep intervals for realization of such movement is resulted and described. In accordance with this algorithm, calculations of motion parameters were performed on a specific example. Emphasis is placed on the existence of certain restrictions for the values of parameters that are taken into account in the calculations.

Keywords: stepper motor, vibrocalibration complex, algorithm, uniformly accelerated motion.



УДК 649.42

EFFICIENCY OF INFRASTRUCTURAL COMPONENTS OF THE RAILWAY TRANSPORT MAINTENANCE SYSTEM ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНФРАСТРУКТУРНИХ СКЛАДОВИХ СИСТЕМИ УТРИМАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Krashenin O.S. / Крашенінін О.С.

d.t.s., prof. / д.т.н., проф.

ORCID: 0000-0001-7462-3372

Odiehov M.M. / Одієгов М.М.

Art. teacher

ORCID: 0000-0003-3967-9009

Shapatina O.O. / Шпатіна О.О.

Art. teacher / k.t.s.,

ORCID: 0000-0002-9185-6212

Voitenko V.V. / Войтенко В.В.

Master

Ukrainian State University of Railway Transport,

Kharkiv, Feuerbach Square 7, 61050

Український державний університет залізничного транспорту,

Харків, майдан Фейєрбаха 7, 61050

Анотація. Традиційні підходи щодо оцінки ефективності функціонування інфраструктури підрозділів залізниць не в повній мірі враховують типи системи, що складають цю інфраструктуру. Це полягає в тому, що системи (локомотиви, вагони, верстати, будівлі, підрозділи локомотивного господарства) можуть бути довготривалої дії або короткочасної дії.

Відповідно до цього в статті розглянуті питання щодо оцінки ефективності об'єктів інфраструктури залізничного транспорту і, зокрема, локомотивного господарства.

Для цього вводяться чинники (імовірності станів системи, умовний показник ефективності системи), як сумарний результат ефективності системи за час зміни станів системи.

Ключові слова: умовний показник ефективності систем, імовірність стану системи, інтенсивність відмов

Вступ.

Для залізничної галузі актуальними питаннями залишаються питання ефективного використання об'єктів інфраструктури. Нажаль, гармонічного рішення щодо досягнення кінцевих результатів в отриманні оптимальних витрат на утримання рухомого складу поки не досягнуто [1,2]. Це полягає не тільки в своєчасному основленню локомотивного парку, а і в модернізації діючої інфраструктури ремонтного господарства локомотивних депо і переході на нові принципи його організації, в тому числі сервіс і логістику функціонування. В умовах стагнації галузі необхідні нові підходи щодо оцінки ефективності як діючої інфраструктури, так і перспективної, що робить актуальним завдання пошуку системних критеріїв оцінки роботи залізничного транспорту.

Аналіз останніх досягнень та публікацій.

Промисловість України навіть у сучасних умовах спроможна знайти



необхідні ресурси для реорганізації галузі [1,2,3]. Як показує закордонний досвід передових країн, такі проблеми прийшлося вирішувати і у них. Це, насамперед, зважена політика в виборі ефективних виробників і власних критеріїв оцінки їх послуг. Справа йде про зацікавленість користувачів продукції в дійсно необхідних змінах в роботі локомотивного господарства.

В нашій країні і за кордоном накопичені значні наукові досягнення в питаннях оптимізації системи ТО ПР, в тому числі, як за рахунок оптимізації стратегії (міжремонтних пробігів) так і за рахунок тактики (впровадження сучасних засобів і технологій діагностування, випробувань і запровадження інноваційних технологій відновлення і моніторингу технічного стану)/4,5,6,7,9/.

Мета статті полягає в виборі відповідного показника ефективності функціонування ТРС в кожному конкретному випадку, що визначається типом (серією) ТРС, призначенням, можливістю використання для відповідного завдання тощо.

Відповідно з цим поставлені наступні задачі:

1. Визначити тип системи, що формує інфраструктуру.
2. Визначити фактори, що впливають на ефективність системи короткочасної дії.
3. Визначити фактори, що впливають на ефективність системи довготривалої дії і оцінити її.

Виклад основного матеріалу.

Сучасний рухомий склад побудований за принципами надійності та ефективності функціонування, але для забезпечення цих вимог він повинен бути наділений властивостями живучості, тобто при виході з ладу окремих елементів систем або значної зміни тих або інших робочих параметрів не призводити до повного виходу ТРС з ладу, а лише до деякого погіршення якості функціонування і зниженню ефективності роботи систем ТРС в цілому.

Для системи довгострокового використання, таких як ТРС і залізнична інфраструктура, ефективність експлуатації залежить від конкретної реалізації процесу зміни станів систем ТРС і інфраструктури їх утримання за період використання ТРС. Цей показник кількісно повинен характеризувати якість виконання ТРС завдань на перевезення вантажів і пасажирів при умові, що ТРС відповідає умовам використання, тобто експлуатується.

Слід відмітити, що за час експлуатації ТРС змінює свій стан через зміну станів апаратів, вузлів, що входять до його складу. Тому кожна реалізація процесу переходу ТРС, як системи довгострокової дії, із одного стану в інший може бути охарактеризована відповідними показниками ефективності (час перебування в експлуатації, в очікуванні ТО, ПР простої проведені ТО, ПР, тощо).

Показник ефективності відповідно з цим можна визначити таким чином [8]

$$E(t, t+t_0) = \int_{G_i} F_i dh_i(t, t+t_0), \quad (1)$$

де F_i - умовний показник ефективності функціонування ТРС для i -ої реалізації процесу експлуатації;



$dh_i(t, t+t_0)$ - елементи імовірності, що ТРС в інтервалі $[t, t+t_0]$, має i -ту реалізацію переходу з одного стану в інший.

Для визначення ефективності системи Інтегрування проводимо по простору G_i всіх можливих реалізацій процесу переходу ТРС з одного стану до іншого в інтервалі $[t, t+t_0]$.

Коли прийняти, що ТРС складається з n незалежних підсистем, кожна з яких може знаходитися лише в двох станах (працездатна і відмова), показник ефективності можна записати в розгорнутому вигляді

$$E(t, t+t_0) = F_0 h_0 + \sum_{i=0}^m h_i \int_t^{t+t_0} F_i(x_i) f_i(x_i) d(x_i) + \sum_{1 < i < j < n} h_{ij} \int_t^{t+t_0} f_i(x_i) d(x_i) \int_t^{t+t_0} F_{ij}(x_i, x_j) f_j(x_j) d(x_j) + \dots, \quad (2)$$

де $f_i(x_i)$ - щільність імовірності відмов i -ої підсистеми в момент часу (x_i) ;

h_0 - імовірність того, що підсистема ТРС не відмовить за час $[t, t+t_0]$;

Коли прийняти, що, з точки зору надійності, всі підсистеми ТРС з'єднанні послідовно, то

$$h_0 = \prod_{i=1}^m r_i(t, t+t_0)$$

h_i - імовірність того, що всі підсистеми, крім i -ої не відмовлять за час $[t, t+t_0]$.

F_0 - умовний показник ефективності ТРС за умови того, що жодна з підсистем не відмовила за час $[t, t+t_0]$;

F_i, F_{ij} - і т.д. - відповідно умовний показник ефективності ТРС при умові, що відмовила i -підсистема; j - підсистема і т.д.

В такому вигляді задача громізка і в першому читанні доцільна наближена її оцінка, яка має похибку, що не повинна перевищувати

$$\delta - \frac{n(n-1)}{2} \max[g_i(t, t+t_0)^2 F_0]$$

де $g_i(t, t+t_0) = 1 - r_i(t, t+t_0)$ - імовірність неробочого стану i -ої підсистеми ТРС.

Розглянемо наступну ситуацію: систему матеріального постачання можна представити як систему короткочасної дії, час функціонування якої визначається потребою ремонтних господарств деяких локомотивних депо.

Нехай мається дві системи (склади), які забезпечують ремонтне господарство локомотивного депо 18 годин за добу, починаючи з 6 години ранку. Назвемо ці дві системи відповідно: склад X та склад Y.

Склад X видає запасні частини з 6⁰⁰ г. по 17⁰⁰ г., склад Y - з 13⁰⁰ г. по 24⁰⁰ г., як показано на рисунку 1.

Приймаємо коефіцієнт готовності кожного зі складів $k_r = 0,95$. Імовірність виконання заказу на постачання необхідного заказу складає 0,85 для кожного складу.

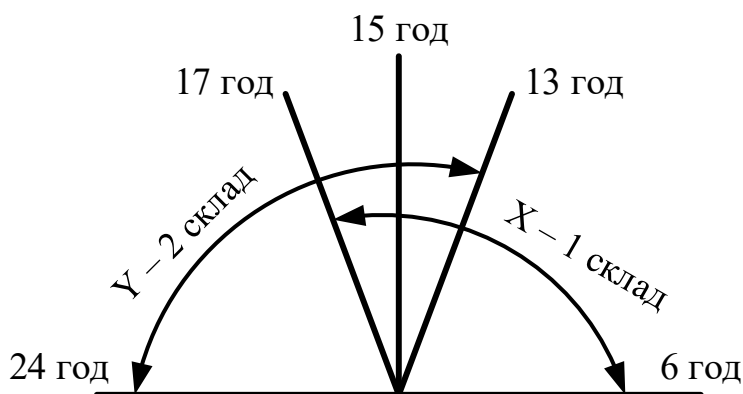


Рисунок 1 - Розподіл часу роботи складів.

Авторська розробка

За цих умов потрібно знайти імовірність виконання замовлень локомотивних депо відповідно графіку роботи складів.

Визначимо імовірність виконання замовлення при одночасній роботі двох складів, тобто вважаємо, що вони працюють паралельно

$$P = 1 - (1 - p)^2 = 0,978$$

Нехай, система, що складаються з двох діючих складів, знаходиться у стані A_0 . Імовірність того, що система в деякий час знаходяться в цьому стані, дорівнює $h_0 = K_r^2 = 0,95^2 = 0,9025$

Відмітимо, що з 13⁰⁰ до 17⁰⁰ в системі постачання знаходяться обидва склади, а з 6⁰⁰ до 13⁰⁰ – склад X, а з 17⁰⁰ до 24⁰⁰ – склад Y, тобто на протязі 14 годин працює один склад, а на протязі 4 години – два склади.

Умовний показник ефективності стану A_0 визначаємо, як середньозважене значення, що дорівнює

$$F_0 = \frac{4}{18} \cdot 0,978 + \frac{14}{18} \cdot 0,85 = 0,878$$

Тоді ефективність системи складає

$$E_0 = h_0 F_0 = 0,9025 \cdot 0,878 = 0,793$$

Розглянемо стан S_x – працює склад X, а склад Y не працює. В цьому випадку $h_x = K_r(1 - K_r) = 0,0475$. В період з 6⁰⁰ до 17⁰⁰ працює один склад, а з 17⁰⁰ до 24⁰⁰ жодного.

$$F_0 = \frac{11}{18} \cdot 0,85 + \frac{7}{18} \cdot 0 = 0,519$$

Тоді

$$E_x = h_x F_x = 0,0475 \cdot 0,519 = 0,0247$$

Стан S_y аналогічний в нашому випадку стану S_x , тобто

$$E_y = h_y F_y = 0,0475 \cdot 0,519 = 0,0247$$

Таким чином, ефективність системи, що сформована з двох складів, дорівнює

$$E = E_0 + E_x + E_y = 0,793 + 2 \cdot 0,0247 = 0,842$$

Слід відмітити, що підвищити ефективність цієї складської системи можна, як за рахунок збільшення часу одночасної роботи складів, так і за рахунок збільшення імовірності виконання замовлення на постачання продукції.



Далі оцінюємо ефективність системи довгострокової дії.

Для цього наведемо приклад процедури оцінки ефективності системи довгострокової дії. Система організації діагностування на стаціонарних пунктах (ПКД) локомотивів представляє саме таку систему, оскільки виконує заходи з діагностування за весь період експлуатації локомотивів.

Нехай організація діагностування в локомотивному депо проводиться на двох рівноцінних ділянках. Назвемо їх відповідно 1 і 2.

В разі роботи двох ділянок пропускна спроможність системи організації діагностування можна оцінити деякою величиною N . Коли одна з ділянок не функціонує, пропускна спроможність системи організації діагностування зменшується до величини $M=0,4 N$. Коли обидві ділянки ПКД не функціонують будемо вважати, що перед ТО, ПР діагностування припиняється. Припустимо, що імовірність безвідмовної роботи кожної ділянки розподіляється за експоненціальним законом з імовірністю відмов λ , тобто $P(t) = e^{-\lambda t}$. Відмова ділянок ПКД прийняті незалежними.

Умовні показники ефективності для різних реалізацій процесів переходу роботи ПКД з одного стану в інший приймаємо наступними (рисунок 2)

$$F_0 = Nt$$

$$F_i = Nx_i - M(x_i - t) = Mt + (N - M)x_i$$

Аналогічно

$$F_{ij}(x_i; x_j) = Mx_i + (N - M)x_j \quad (x_j > x_i; i, j = 1, 2)$$

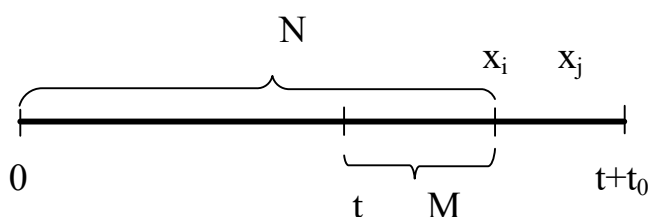


Рисунок 2 - Умовні показники ефективності роботи системи за час функціонування

Авторська розробка

Це можна трактувати як продуктивність роботи системи в різних станах за час її функціонування.

Таким чином, в розгорнутому вигляді оцінку ефективності системи визначимо за формулою (2).

Спочатку визначимо h_0 для розглянутих станів системи.

$$h_0 = \prod_{i=1}^2 r_i = r \cdot r = r^2$$

$$h_i^* = \frac{h_0}{r_i(t_1 + t_0)} = \frac{r^2}{r} = r; \sum h_i^* = r + r = 2r$$

$$h_{ij}^* = \frac{h_0}{r_i \cdot r_j} = \frac{r^2}{r} = 1; \sum h_i^* = 1 + 1 = 2$$

З урахуванням цього оцінка ефективності системи приймає вигляд



$$E = E_0 + E_1 + E_2,$$

$$\text{де } E_0 = r^2 Nt$$

$$E_1 = 2r \int_0^t [Mt + (N - M)x] \lambda e^{-\lambda x} dx$$

$$E_2 = 2 \int_0^t \lambda e^{-\lambda x} dx \int_0^x [Mt + (N - M)y] \lambda e^{-\lambda y} dy$$

Проаналізуємо два вирази, застосовуючи інтегрування по частинах

$$\begin{aligned} E_1 &= 2r \int_0^t [Mt + (N - M)x] \lambda e^{-\lambda x} dx = 2r \left\{ \int_0^t Mt \lambda e^{-\lambda x} dx + \int_0^t (N - M)x \lambda e^{-\lambda x} dx \right\} = \\ &= 2r \left\{ Mt \lambda \left(-\frac{1}{\lambda} \right) (e^{-\lambda t} - 1) + (N - M) \lambda \left[-\frac{te^{-\lambda t}}{\lambda} - \frac{1}{\lambda^2} [e^{-\lambda t} - 1] \right] \right\} = \\ &= 2r \left\{ Mt (1 - e^{-\lambda t}) + (N - M) \lambda \left(\frac{\lambda te^{-\lambda t} - e^{-\lambda t} + 1}{\lambda^2} \right) \right\} = \\ &= 2r \left\{ Mtq + \frac{(N - M)}{\lambda} (\lambda te^{-\lambda t} - e^{-\lambda t} + 1) \right\} \\ E_2 &= 2 \int_0^t \lambda e^{-\lambda x} dx \int_0^x (Mtq + (N - M)y) \lambda e^{-\lambda y} dy = \\ &= 2 \int_0^t \lambda e^{-\lambda x} dx (Mtq + \frac{(N - M)}{\lambda} y) (1 - \lambda e^{-\lambda x} (1 + \lambda x)) = \\ &= 2 \left\{ \int_0^t \lambda e^{-\lambda x} M (1 - e^{-\lambda x}) dx + \int_0^t \lambda e^{-\lambda x} \frac{(N - M)}{\lambda} (1 - e^{-\lambda x} (1 + \lambda x)) dx \right\} \end{aligned}$$

Проведено спрощення двох останніх виразів

$$\begin{aligned} I_1 &= \int_0^t \lambda M e^{-\lambda x} dx - \int_0^t \lambda M e^{-2\lambda x} dx = \lambda M \int_0^t x e^{-\lambda x} dx - \lambda M \int_0^t x e^{-2\lambda x} dx = \\ &= \lambda M \left(-\frac{te^{-\lambda t}}{\lambda} - \frac{1}{\lambda^2} (e^{-\lambda t} - 1) \right) - \lambda M \left(-\frac{te^{-2\lambda t}}{2\lambda} - \frac{1}{4\lambda^2} (e^{-2\lambda t} - 1) \right) = \\ &= \lambda M \left(\frac{-\lambda te^{-\lambda t} - e^{-\lambda t} + 1}{\lambda^2} \right) - \left(\frac{-2\lambda te^{-2\lambda t} - e^{-2\lambda t} + 1}{4\lambda^2} \right) = \\ &= \frac{\lambda M}{\lambda^2} \left(-\lambda te^{-\lambda t} - e^{-\lambda t} + 1 - \left(\frac{-2\lambda te^{-2\lambda t} - e^{-2\lambda t} + 1}{4} \right) \right) = \\ &= \frac{M}{\lambda} \left(1 + r(1 + \lambda t) - \left(\frac{1 - r^2(1 + 2\lambda t)}{4} \right) \right) = \\ &= \frac{M}{\lambda} \left(\frac{3}{4} + r(1 + \lambda t) + \frac{1}{4} r^2(1 + 2\lambda t) \right) \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 I_2 &= (N-M) \left(\int_0^t e^{-\lambda x} dx - \int_0^t e^{-2\lambda x} dx - \int_0^t e^{-\lambda x} \lambda x dx \right) = \\
 &= (N-M) \left(\left(-\frac{1}{\lambda} \right) (e^{-\lambda t} - 1) - \left(-\frac{1}{2\lambda} \right) (e^{-2\lambda t} - 1) - \left(\frac{te^{-2\lambda t}}{2\lambda} - \left(-\frac{1}{(2\lambda)^2} \right) (e^{-2\lambda t} - 1) \right) \right) = \\
 &= (N-M) \left(-\frac{e^{-\lambda t}}{\lambda} + \frac{1}{\lambda} + \frac{e^{-2\lambda t}}{2\lambda} - \frac{1}{2\lambda} + \frac{\lambda e^{-2\lambda t}}{2\lambda} + \frac{\lambda e^{-2\lambda t}}{4\lambda^2} - \frac{\lambda}{4\lambda^2} \right) = \\
 &= \frac{(N-M)}{\lambda} \left(-e^{-\lambda t} + 1 + e^{-2\lambda t} - \frac{1}{2} + \frac{\lambda e^{-2\lambda t}}{2} + \frac{e^{-2\lambda t}}{4} - \frac{1}{4} \right) = \\
 &= \frac{(N-M)}{\lambda} \left(\frac{1}{4} - r + \left(\frac{3}{4} + \frac{1}{2} \lambda t \right) r^2 \right)
 \end{aligned}$$

Остаточно умовний показник ефективності організації діагностування локомотивів на двох стаціонарних пунктах має такий вигляд

$$\begin{aligned}
 E &= r^2 N t + 2r \left\{ M t q + \frac{(N-M)}{\lambda} [1 - r(1 + \lambda t)] \right\} + \\
 &+ \left\{ \frac{M}{\lambda} \left[\frac{3}{4} - r(1 + \lambda t) + \frac{1}{4} r^2 (1 + 2\lambda t) \right] + \frac{(N-M)}{\lambda} \left[\frac{1}{4} - r + \left(\frac{3}{4} + \frac{1}{2} \lambda t \right) r^2 \right] \right\}
 \end{aligned}$$

або

$$\begin{aligned}
 E &= r^2 N t + 2r \left\{ 0,4 N t q + \frac{0,6 N}{\lambda} [1 - r(1 + \lambda t)] \right\} + \\
 &+ 2 \left\{ \frac{0,4 N}{\lambda} \left[\frac{3}{4} - r(1 + \lambda t) + \frac{1}{4} r^2 (1 + 2\lambda t) \right] + \frac{0,6 N}{\lambda} \left[\frac{1}{4} - r + \left(\frac{3}{4} + \frac{1}{2} \lambda t \right) r^2 \right] \right\}
 \end{aligned}$$

Промодельюємо цей вираз для значень $\lambda_1 = 1 \cdot 10^{-1}$, $\lambda_2 = 1 \cdot 10^{-2}$, $\lambda_3 = 1 \cdot 10^{-3}$ при $N = [5, 10, 15]$ за час роботи t від 6 до 24 годин і представимо цю залежність графічно за даними табл. 1

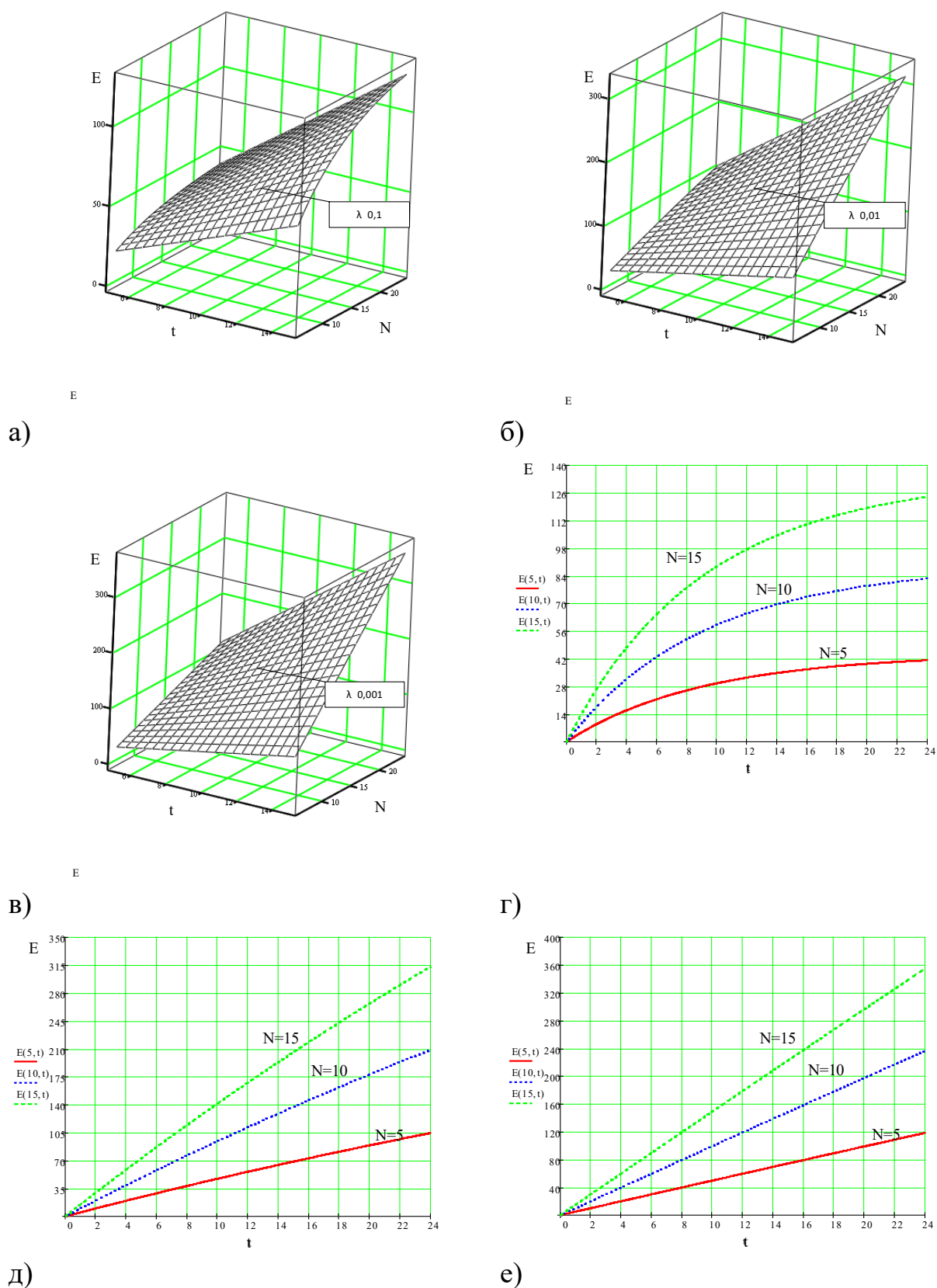
Таблиця 1 - Залежність $E = f(\lambda, N, t)$

Показник $\lambda[x]$	$N_1=5$				$N_2=10$				$N_3=15$			
	6	12	18	24	6	12	18	24	6	12	18	24
$\lambda_1 = 1 \cdot 10^{-1}$	21,6	32,5	38,3	41,2	43,1	65	76,5	82,7	64,6	97,5	114,8	123,9
$\lambda_2 = 1 \cdot 10^{-2}$	28,9	55,9	81	104,4	57,9	111,8	162	208,8	86,8	167,7	249	313
$\lambda_3 = 1 \cdot 10^{-3}$	29,9	59,6	89	118,3	59,8	119,1	178,1	236,6	89,1	178,7	267,1	364,9

Авторська розробка

Ці графічні залежності представлені на рисунку 3

Наведені графічні залежності дозволяють оцінювати ефективність функціонування системи діагностування локомотивів для досягнення можливості її регулювання як за рахунок пропускнуєї спроможності N , так і за рахунок зменшення інтенсивності відмов, тобто підвищення її надійності.



**Рисунок 3. - Динаміка зміни ефективності системи довготривалої дії для
відповідно $\lambda_1 = 1 \cdot 10^{-1}$, $\lambda_2 = 1 \cdot 10^{-2}$, $\lambda_3 = 1 \cdot 10^{-3}$**

Авторська розробка



Висновки.

Ефективність інфраструктурних складових системи утримання і, зокрема, підрозділів залізниць повинна враховувати тип системи, яка може бути як довгостроковою так і короткочасної дії.

Для системи короткочасної дії підвищення її функціональності можливе, як за рахунок збільшення часу одночасного функціонування її складових чи загального часу їх окремої роботи, так і за рахунок збільшення імовірності виконання заказів (наявності на складах необхідний запасів за заявкою)

Для систем довготривалої дії підвищення ефективності їх функціонування залежить від пропускної спроможності підсистем, часу їх роботи, як окремо, так і разом. При цьому при суттєвому поліпшенні надійності роботи самої системи (зменшення λ) її ефективність залишається майже незмінною (таблиця 3)

Литература:

1. Державна цільова програма реформування залізничного транспорту на 2010 – 2019 роки (затверджена Постановою КМУ від 16.12.2000 р. № 1390 зі змінами від 26.01.2011 р. № 1106);

2. Комплексна програма оновлення залізничного рухомого складу України на 2008-2020 роки. – Киев, Укрзалізниця, 2008. – 182 с.

3. Лашко А.Д. Основные направления обновления тягового подвижного состава Украины в 2006-2010 гг. / А.Д. Лашко, В.Н. Самсонкин, А.М. Гончаров, А.В. Коновалов // Локомотив-информ. – 2006. - №6. – С.8-12.

4. Krashenin O., Klymenko O., Ponomarenko O., Yakovlev S. (2018) Justification of statutory service life extension of locomotives on the basis of theory of aging. International Journal of Engineering & Technology. № 7 (43). P. 174-178.

5. Alexander Krashenin, Olga Shapatina, Vitali Ponomarenko/ Estimation of vehicle operating time taking into account the influence a member of factors. Збірник наукових праць ДУІТ. Серія «Транспортні системи і технології», 2021. Вип..37, С. 76-85.

6. Крашенінін О.С., Яковлев С.С., Шапатіна О.О. Вплив організації технічного обслуговування на ефективність експлуатації тягового рухомого складу. Транспортні системи і технології. Київ: ДУІТ, 2018 № 32. С. 103-114.

7. Крашенінін О.С., Клименко О.В., Яковлев С.С., Шапатіна О.О. Обґрунтування маневреності ремонтного господарства локомотивного депо. Збірник наукових праць УкрДУЗТ: Харків, 2018. № 181. С. 15-23.

8. Вентцель, Е. С. Исследование операций [Текст] / Е. С. Вентцель. – М. : Советское радио», 1972. – 552 с.

9. Методы оценки жизненного цикла тягового подвижного состава железных дорог [Текст] : монография / Э. Д. Тартаковский, С. Г. Грищенко, Ю. Е. Калабухин [и др.]. – Луганск : Изд-во «Ноулидж», 2011. – 174 с.

Abstract. Traditional approaches to assessing the effectiveness of the infrastructure of railway units do not fully take into account the types of systems that make up this infrastructure. This is that systems (locomotives, cars, machines, buildings, subdivisions of the locomotive industry) can be long-term or short-term.



Accordingly, the article considers issues related to the evaluation of the efficiency of railway transport infrastructure and, in particular, the locomotive industry.

To do this, factors are introduced (probabilities of system states, conditional indicator of system efficiency), as the total result of system efficiency during the change of system states.

Key words: *conditional indicator of system efficiency, probability of system state, failure rate*

Стаття відправлена: 25.05.2022 г.

© Крашенінін О.С.



UDK 656.18

**RESEARCH OF EXPEDIENCY OF INTRODUCTION OF BICYCLE
INFRASTRUCTURE IN THE CITIES OF UKRAINE****ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ВЕЛОСИПЕДНОЇ
ІНФРАСТРУКТУРИ В МІСТАХ УКРАЇНИ****Trushevskiy V. E. / Трушевський В. Е.***s.t.s., as. prof./к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-5966-259X

Tarasenko A. V. / Тарасенко О. В.*sen. lec./ст. викл.*

ORCID: 0000-0001-7882-5481

Khodan V. I. / Ходан В. І.*Master's Degree/магістр*

ORCID: 0000-0001-8125-2434

*National University "Zaporizhzhia Polytechnic",**Zaporizhzhia, Zhukovsky str., 64, 69063**Національний університет «Запорізька політехніка»,**Запоріжжя, вул. Жуковського, 64, 69063*

Анотація. В роботі розглядаються питання активного впровадження велосипедного транспорту в містах України, переваги використання велосипеда в якості міського транспорту та пропозиції щодо розвитку велосипедної інфраструктури.

Ключові слова: велосипедна інфраструктура, комфортне пересування, нульове атмосферне та акустичне забруднення, безпека руху.

Abstract. The paper considers the issues of active introduction of bicycle transport in the cities of Ukraine, the advantages of using bicycles as urban transport and proposals for the development of bicycle infrastructure.

Key words: bicycle infrastructure, comfortable movement, zero air and acoustic pollution, traffic safety.

Introduction.

Bicycle is an environmentally friendly vehicle that does not pollute the fresh air with emissions and additionally allows people to physically train their body. Therefore, it is clear that this has received significant support from public transport in recent years and an increase in the number of participants.

Nowadays, the strategy of designing the city's infrastructure based on the principles of sustainable urban mobility has become popular in Ukraine. According to these principles, when designing the city's transport system, more and more attention should be paid to walking and cycling. Namely, the city infrastructure must provide comfortable movement of residents in these ways. Unfortunately, the isolated cycling infrastructure in Ukraine is still something new and not perceived properly. This is mostly due to the lack of education of the city's residents.

Increasing the role of the bicycle in the life of the city contributes to its development. Properly designed and implemented cycling infrastructure has many benefits for both city residents and businesses within it.

Using bicycles as the main type of transport will make cities cleaner and healthier. The bicycle does not emit pollutants into the atmosphere, the noise level from it is zero. Daily use of a bicycle involves exercise. This reduces the risk of



cardiovascular disease and musculoskeletal disorders. All this has a positive effect on the well-being of the city.

Main text.

The development of cycling infrastructure makes cities comfortable, safe to live in and attractive to tourists. Europeans are more likely to find that reducing the number and speed of cars in their city increases the quality of life in it. In places where the speed of cars is reduced to 30 km / h for safe movement in the city, where separate bicycle lanes are allocated, the number of private vehicles is reduced, thus reducing the number and size of traffic jams and time lost in them. According to research, the principle of "safety in quantity" really works: in cities where the majority of the population chooses walking and cycling, the likelihood of accidents is reduced [1].

When using a bicycle, the economic development of the city also increases. Competitiveness is emerging in shopping areas in the city center and within walking distance. After all, cyclists will prefer them, while motorists - large shopping malls located outside of the city. Funds for the cycling infrastructure need to be invested less. And they will, for the most part, be covered by savings on automotive infrastructure. Taking into account the improvement of the health of the residents and the savings on the maintenance of personal transport, the payback of the cycling infrastructure is a maximum of 2.5 years. One parking space for a bicycle costs 95% less than for one car [1]. Moreover, the parking space for one car can accommodate 12 bicycles at a time. This clearly shows how much less space bicycles need to accommodate them.

With the improvement of cycling infrastructure, the tourist attractiveness of the city is also improving. Bicycle for tourists is a convenient and enjoyable way to explore the city. Although it is slower than the bus, at the same time, its speed is comfortable enough to see everything.

According to a study conducted in Italy in 2011, the average speed in cities is 15 km / h and 20 km / h for urban transport and private transport, respectively.

Such a low speed of movement makes bicycle mobility quite competitive on nearby city trips - 5-10 km [2].

There are advantages to using a bicycle as the main type of transport [3]:

- continuous and regular use of bicycle transport increases the amount of daily physical activity;
- reduction of the share of the budget for car maintenance;
- reduction of time lost in traffic jams;
- zero atmospheric and acoustic pollution.

Due to the growth of bicycle mobility in Ukraine and the world, it is necessary to develop road infrastructure to encourage this type of mobility, thereby reducing the number of private motor vehicles on the city's road network. Which in turn will have a good environmental and economic effect. However, as the number of cyclists increases, so does the number of road accidents involving them. Especially at intersections where cyclists are most vulnerable [3].

The specifics of road accidents involving cyclists are the special consequences of physical contact of vehicles belonging to different speed and size groups. In



addition, in the case of a collision, there is a risk of the cyclist falling on the roadway and falling under the wheels of other cars.

Among the typical mechanisms of road accidents involving cyclists are collisions with a cyclist moving on the roadway in the dark. Accidents are also common, caused by a sudden change of lane and direction of traffic in a dense flow of cars due to the appearance of a factor that distracts the cyclist and leads to incidental or counter-contact with motor vehicles. According to the report of the International Traffic Safety Data and Analysis Group (IRTAD) for 2020 [4], the number of deaths among cyclists decreased by 5.4% - the average for 2010 - 2018. However, there is a significant difference between countries in this ranking. Thus, in 42% of countries (13 countries out of 31 for which information is available) the death rate of cyclists in 2018 was higher than in 2010. The largest decreases were recorded in Lithuania (-61%), New Zealand (-50%) and Slovenia (-50%). At the same time, the highest growth occurred in Ireland (80%, but from a very low initial value: from 5 to 9 deaths), the Netherlands (+ 41%), Norway (+ 40%) and the United States (+ 38%) (Fig. 1).

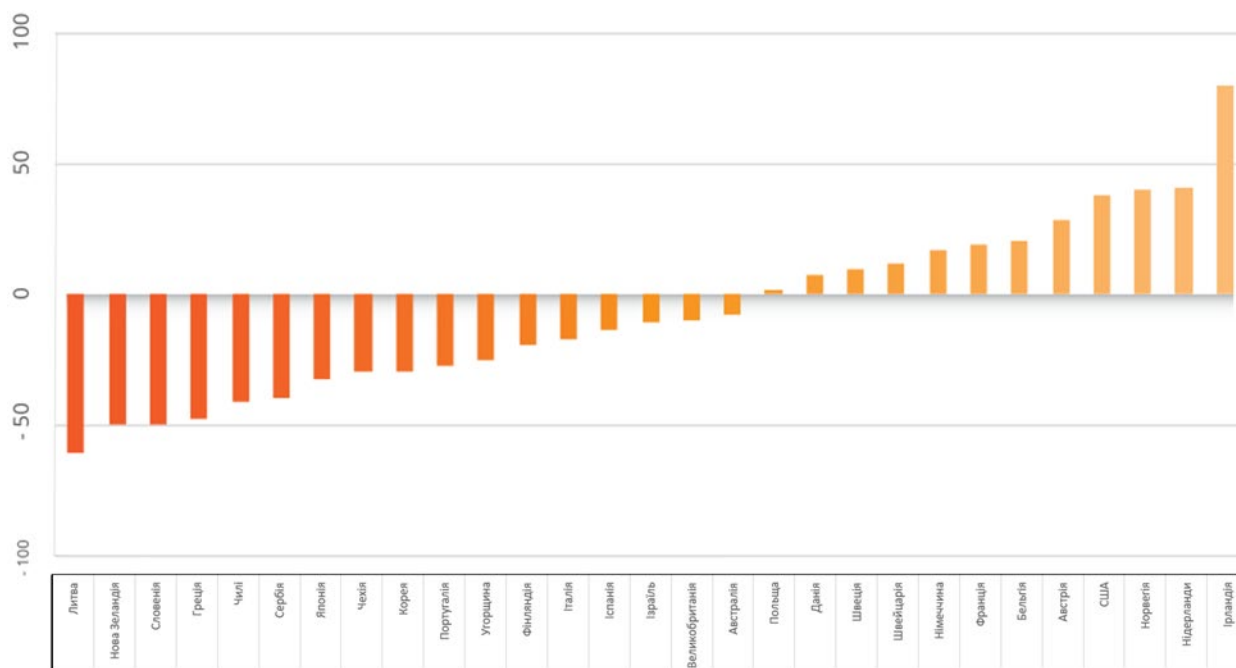


Figure 1 - Change in the percentage of deaths of cyclists in the world for 2010-2018

Source: [4]

Research of statistics of road accidents on the roads of Ukraine for 2011-2020 [5], related to collisions with cyclists, indicates that in the last 3 years, unfortunately, there has been an increase in the number of accidents with injuries, the number of injured and dead cyclists (Fig. 2).

All this confirms that in Ukraine, against the background of the growing popularity of bicycles as public transport, the infrastructure of the country's cities lags behind the scale of growth in the number of two-wheeled vehicles.

In the cities of Ukraine at present, the financing of the new segment of urban transport is carried out on a final basis: from the beginning, the needs of traditional



modes of urban transport are addressed. Bicycle infrastructure construction projects are financed in small amounts, project implementation deadlines are stretched over time. As a result, the development of cycling infrastructure is delayed, lagging behind the growing popularity of bicycles. Which, unfortunately, leads to an increase in the number of road accidents with cyclists.

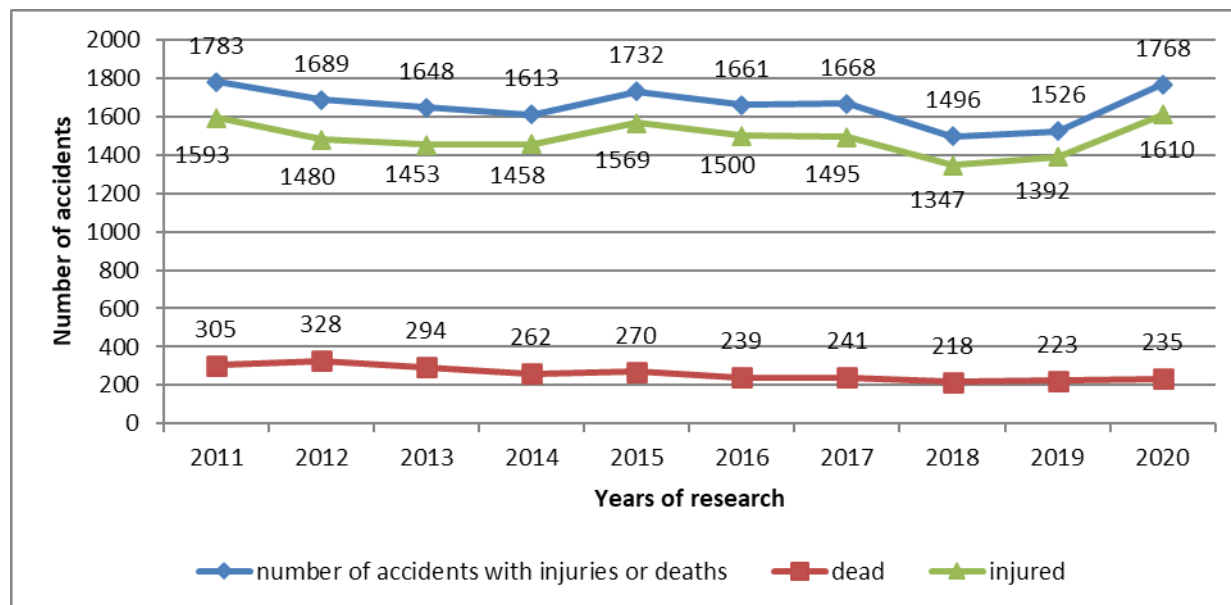


Figure 2 - Statistics of accidents involving cyclists

Source: [5]

Summary and conclusions.

It is proposed to plan to increase funding for the development of cycling infrastructure, namely:

- intensify the construction of bicycle paths;
- build bicycle crossings at intersections;
- build adjacent pedestrian and bicycle lanes and crossings.

After analyzing the data, we conclude that to ensure the safe and comfortable movement of cyclists and pedestrians, it is necessary to conduct awareness campaigns and very carefully approach the design of bicycle paths, taking into account the intensity of pedestrian traffic. Also, pay special attention to the technical means of traffic organization, so that pedestrians on an intuitive level do not want to go on the bike path.

Therefore, to improve the safety of cyclists, cycling infrastructure must be implemented in accordance with certain requirements [3]:

- geometric characteristics should ensure the comfort and safety of users (for example, minimizing the longitudinal slope where possible);
- minimization of points of conflict with other road users;
- ensuring the continuity of bicycle paths;
- signs and markings must be correct and clear to ensure regular and safe driving conditions;
- the roads must be functional and safe - with a proper condition of the road surface.



It is necessary to develop and support the spread of bicycle mobility. To address the growing number of cyclists on the city's road network, you need to take the right approach to planning your cycling infrastructure. It is not enough to just build new bike paths. The entire bicycle network of the city must be continuous with appropriate signs to indicate its clear boundaries. It is necessary to teach the correct behavior of both drivers and pedestrians and cyclists, to conduct awareness campaigns on the introduction of bicycle traffic in cities.

References:

1. The concept of development of cycling infrastructure of the city of Zaporizhzhia [Electronic resource] – 2019. - Access mode to the resource: https://zp.gov.ua/upload/content/o_1dor68b4q13601avt1vhd1r7t1vrc36.pdf.
2. Giuseppe Cantisani. Safety Problems in Urban Cycling Mobility: A Quantitative Risk Analysis at Urban Intersections [Electronic resource] / Giuseppe Cantisani, Laura Moretti, Yessica De Andrade Barbosa // Safety. – 2019. – Access mode to the resource: <https://www.mdpi.com/2313-576X/5/1/6>.
3. Geometrical and Functional Criteria as a Methodological Approach to Implement a New Cycle Path in an Existing Urban Road Network: A Case Study in Rome / Paola Di Mascio, Gaetano Fusco, Giorgio Grappasonni [та ін.]. // Sustainability. – 2018. – C. 1–19.
4. ROAD SAFETY ANNUAL REPORT 2020 [Electronic resource] // International Transport Forum. – 2020. – Access mode to the resource: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/irtad-road-safety-annual-report-2020_0.pdf.
5. Traffic accident statistics in Ukraine [Electronic resource] – Access mode to the resource: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/>

Article sent: 25.05.2022

© Trushevskiy V. E., Tarasenko A. V., Khodan V. I.



UDC 656.08:656.11

STUDY OF FACTORS AFFECTING PUBLIC TRANSPORT TRAFFIC TIME**ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВРЕМЯ ДВИЖЕНИЯ****ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА****Sushko S.V. / Сушко С.В.***Senior Lecturer / старший преподаватель*

ORCID: 0000-0003-4227-4678

SPIN: 8425-4750

Kravchenya I.N. / Кравченко И.Н.*Ph.D. in Engineering Science., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-2670-639X

SPIN: 9108-9419

Abstract. *One of the quality indicators of commuter passenger transport services is punctuality that is directly related to the well-planned route vehicles schedule. The results obtained in the article allow us to conclude that irrational norms of traffic time of vehicles have been established on certain routes, without taking into account factors affecting them (traffic speeds, passenger flows, drivers, etc.) and require adjustments. The norms of traffic time of vehicles along stretches of commuter public transport routes should be differentiated depending on route number and the period of day. To reduce the influence of drivers on the amount of deviations from the norm of arrival time at transport stops provided by the schedule.*

Keywords: *commuter public transport, norms of traffic time of route vehicles.*

Introduction

On commuter public transport routes, buses must operate according to specially schedule, regardless of changes in traffic conditions. In real conditions, this schedule is disrupted by various factors [1, 2]. Many of these factors make it difficult to assess their impact on time and speed of buses along the route. However, taking into account the most significant factors when drawing up schedule can facilitate the solution of the issue. Let's consider the situation with the organization of commuter passenger transportation in the city of Gomel (Belarus) on the example of following stretches: "Gomel Bus Station – Rechitsky Microdistrict" (forward direction), "Solnechnaya – Gomel Bus Station" (reverse direction).

The norms of traffic time serve as initial information when distributing buses along routes, drawing up their schedules [3, 4]. The norms of time are set taking into account the duration of movement on stretches, passenger exchange at transport stops and breaks at the end transport stops of route.

To study factors affecting public transport traffic time, a block of initial data was formed. The initial data consists of route number, the actual time of movement of route vehicles on stretches, deviations from the norm of arrival time at control transport stop, the period of day, driver's service number.

Statement of basic materials

To assess the statistical relationship between route number and traffic time of route vehicle in the program "Statistica" [5, 6], the Kruskal-Wallis test was used, which is designed to evaluate the differences in the averages of several samples according to the level of any indicator, and the Fisher test, which is used to evaluate the differences in the variances of several samples.



In Figure 1, the calculation results showed that according to the Kruskal-Wallis test and Fisher test, $p < 0.05$. This indicates the significance of influence of route number on traffic time of buses on stretches in forward direction. In reverse direction, the results showed that route number does not affect traffic time of bus on stretches, because $p > 0.05$.

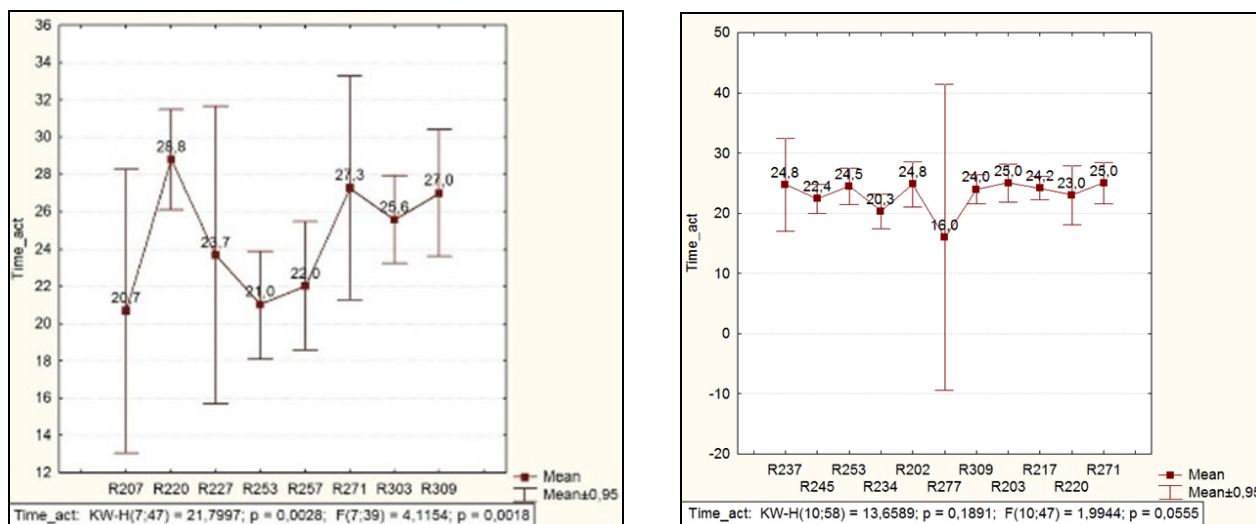


Figure 1 – The significance of influence of route number on traffic time of buses on stretches a) forward direction, b) reverse direction

Differences in the significance of influence of route number can be explained by the fact that stretch of route is considered in forward direction when moving from starting transport stop. On this stretch, there is a delay of vehicles at transport stops due to the boarding of passengers. Passengers are boarding only through the front door of bus, as passengers pay for travel. Therefore, the amount of passenger traffic has a significant impact on downtime of transport at transport stop.

Stretch "Solnechnaya – Gomel Bus Station" is the final one in opposite direction. Passengers exit vehicles at transport stops through all the doors. The capacity of passenger traffic has less effect on transport delays at stops. The revealed dependence indicates the need to determine the norms of traffic time of vehicles by stretches, depending on route number.

The results showed that according to the Kruskal-Wallis test and Fisher test, the period of day does not affect traffic time of bus on stretches in forward direction, because $p > 0.05$ (Figure 2). In opposite direction, there is statistically significant dependence of traffic time of bus and the period of day ($p < 0.05$).

The study showed that when buses move in forward direction, factors related to route number (for example, passenger traffic capacity) have significant impact on travel time. When moving in opposite direction, factors that do not depend on route number have a significant impact.

In Figure 3, according to the Kruskal-Wallis test and Fisher test ($p < 0.05$), there is statistically significant dependence of deviations from the norm of arrival time at transport stops and route numbers. The significance of impact of this factor is explained by the influence of characteristics of vehicles (dynamic parameters, service life), as well as the experience and psychophysiological condition of drivers.

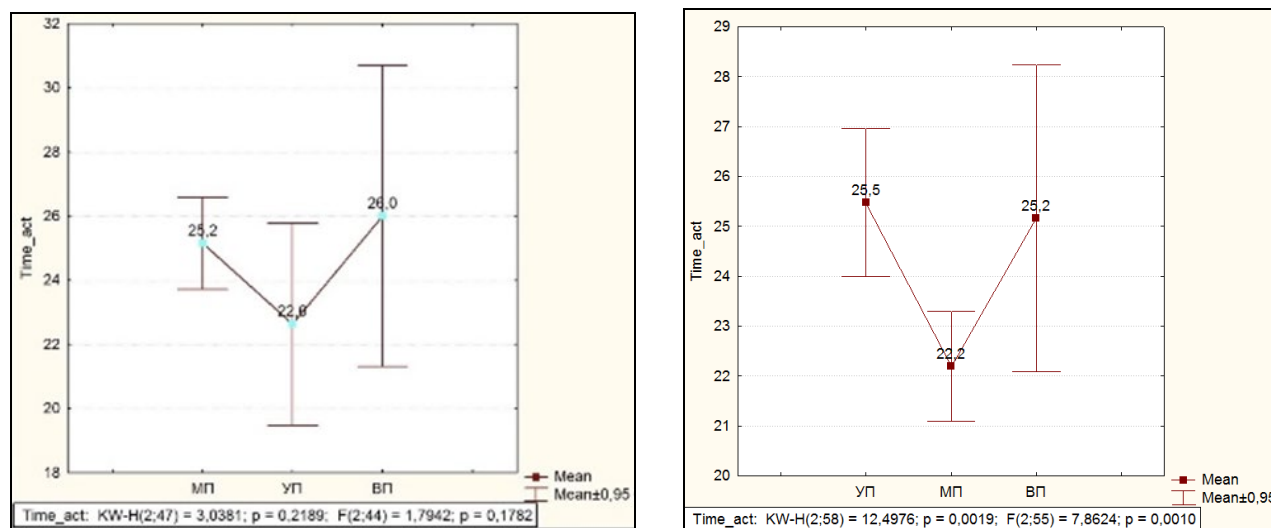


Figure 2 – The significance of influence of the period of day on the time of bus movement on stretches a) forward direction, b) reverse direction

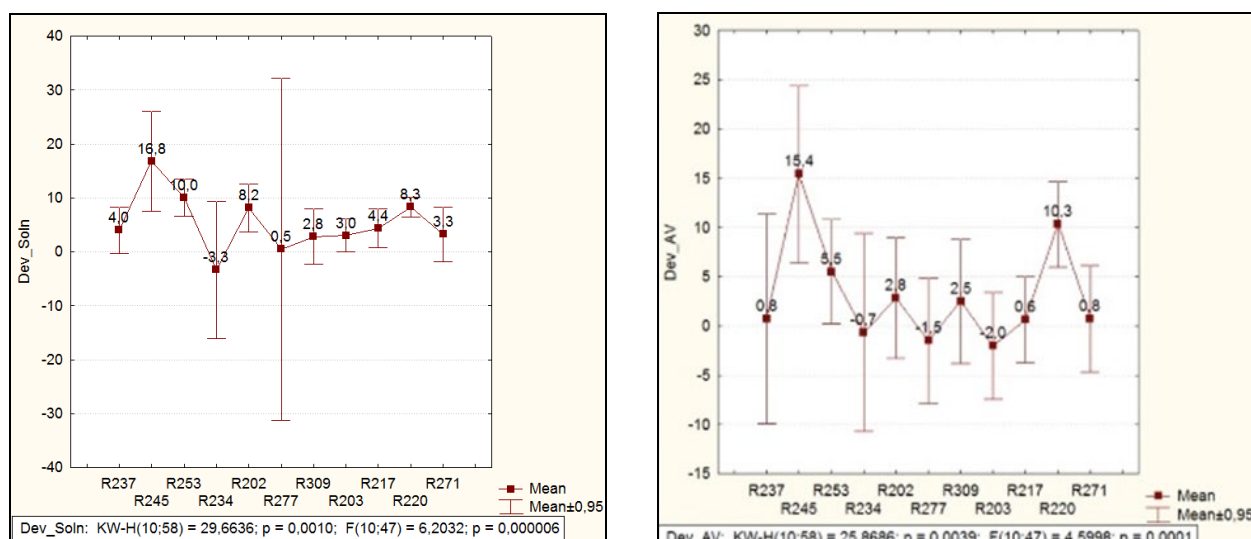
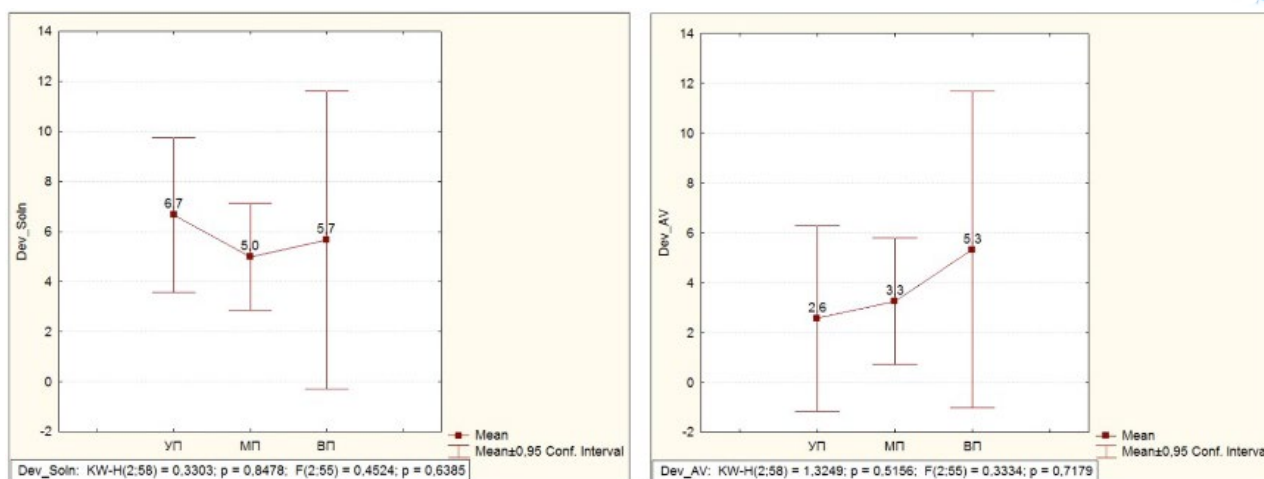


Figure 3 – Assessment of effect of route number on deviations from the norm of arrival time at transport stops: a) "Solnechnaya", b) "Gomel Bus Station"

Figure 4 shows assessment of influence of the period of day on deviations from the norm of arrival time at transport stops: "Solnechnaya", "Gomel Bus Station". Similar results were obtained in the study of influence of route number and the period of day on deviations from the norm of arrival time at transport stops of stretch: "Gomel Bus Station" – "Rechitsky Microdistrict".

The study showed that the period of day does not affect deviations from the norm of arrival time at transport stops.

However, there is a dependence of deviations and driver's service number. This dependence is explained by the human factor. The driving time of vehicles is influenced by the experience, the psycho-emotional state of driver, the duration of the shift, noise, other road users, traffic accidents, and more. At the end of working hours, the physical condition of driver may be affected by fatigue and drowsiness (Figure 5).



**Figure 4 – Assessment of influence of the period of day on deviations from the norm of arrival time at control transport stops:
a) "Solnechnaya", b) "Gomel Bus Station"**

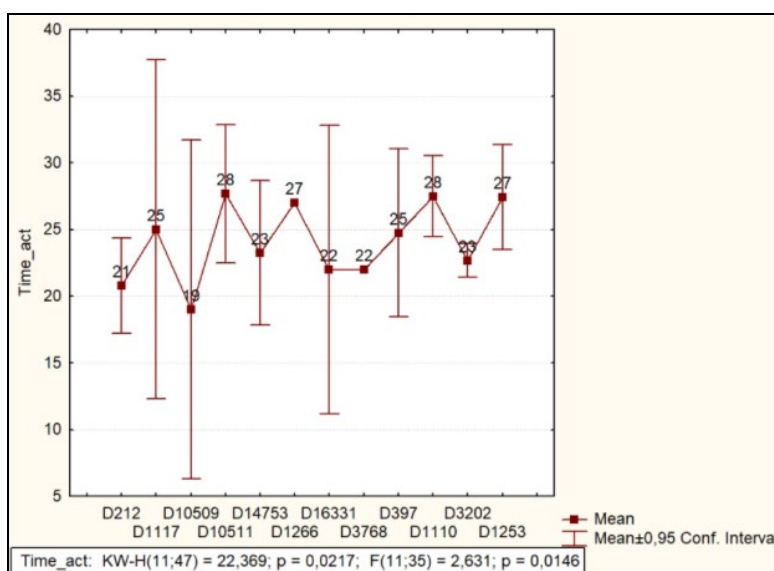


Figure 5 – Assessment of influence of driver's service number on deviations from the norm of arrival time

Conclusions

The results obtained allow us to conclude that irrational norms of traffic time of vehicles have been established on certain routes, without taking into account factors affecting them (traffic speeds, passenger flows, drivers, etc.) and require adjustments. The norms of traffic time of vehicles along stretches of commuter public transport routes should be differentiated depending on route number and the period of day. To reduce the influence of drivers on the amount of deviations from the norm of arrival time at transport stops provided by the schedule. It is possible to equip route vehicles with navigation communication terminals, which will allow drivers to control the time of following the route.

References:

1. Cao Zh., Ceder A. (2019) Autonomous shuttle bus service timetabling and vehicle scheduling using skip-stop tactic. Transportation Research Part C: Emerging



Technologies, 102, 370-395. doi.org/10.1016/j.trc.2019. 03.018.

2. Liu T., Ceder A. (2018) Integrated public transport timetable synchronization and vehicle scheduling with demand assignment: A bi-objective bi-level model using deficit function approach. Transportation Research Part B: Methodological, 117, 935-955. doi.org/10.1016/j.trb.2017.08.024

3. Wu W., Liu R., Jin W., Ma Ch. (2019) Stochastic bus schedule coordination considering demand assignment and rerouting of passengers. Transportation Research Part B: Methodological, 121, 275-303. doi.org/10.1016/j.trb.2019.01.010

4. Lebid I., Luzhanska N., Kravchenya I., Medvediev I., Kotyra A., Drożdziel P., Mussabekova A., Duskazaev G. (2021) Optimization of public transport schedule on duplicating stretches. Mechatronic Systems 1: Applications in Transport, Logistics, Diagnostics, and Control, Chapter 18, London, 209-220. doi: 10.1201/9781003224136-18

5. Statistica 13.3. Computer program. Serialnumber JRR709H998119TE-A.

6. Bruce A., Bruce P. (2018) Practical Statistics for Data Scientists, 304 p.

Аннотация. Одним из показателей качества обслуживания населения общественным транспортом является регулярность движения, которая напрямую зависит от грамотно составленного расписания маршрутных транспортных средств. Полученные в статье результаты позволяют сделать вывод о том, что по отдельным пригородным маршрутам установлены нерациональные нормы на движение транспортных средств, без учета факторов, влияющих на них (скорости движения, пассажиропотоков, водителей и т.п.) и требуют корректировки. Нормы времени следования транспортных средств по участкам пригородных маршрутов необходимо дифференцировать в зависимости от номера маршрута и времени выполнения рейса. Снизить влияние водителей на величину отклонений от времени прибытия на остановочный пункт, предусмотренного расписанием. Возможно оборудование маршрутных транспортных средств навигационными связными терминалами, которые позволят водителям контролировать время следования по маршруту.

Ключевые слова: пригородный общественный транспорт, нормы времени движения маршрутных транспортных средств.

Article submitted: 25.05.2022 г.

© Sushko S.V., Kravchenya I.N.



УДК 656.07

OPERATION OF TRANSPORT SYSTEMS IN EMERGENCY CONDITIONS

РОБОТА ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ ОБСТАВИН

Kirkin O.P. / Кіркін О.П.

c.t.s., docent/ к.т.н., доц.

Kirkina T.Y. / Кіркїна Т.Ю.

senior lecturer / старший викладач

Pryazovskyi State Technical University, Dnipro, Dmytro Yavornytsky av., 19, 49005

Приазовський державний технічний університет,
м. Дніпро, проспект Дмитра Яворницького, 19, 49005

Анотація. У роботі розглядається робота транспортних систем в умовах прийняття обмежених у часі та ресурсів рішень оптимізації, збереження стійкості, керованості та виживання. Поняття ризик, невизначеність, нечіткість дозволяють оптимізувати систему управління транспортними системами, підвищує їх стійкість, проте за надзвичайних ситуацій дані поняття можуть обтяжуватися руйнуванням ланцюжків логістичних транспортних систем, ворожість зовнішнього середовища, підвищення рівня системоруйнівних факторів. Тому необхідна методологія вирішення завдань сталої роботи транспорту у надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: транспортна система, надзвичайна ситуація, інтелектуалізація, логістика, методи штучного інтелекту, віртуалізація, системотехніка

Вступ. Розвиток наукових засад роботи транспортних систем нерозривно пов'язаний з розвитком математичного апарату, логістики, віртуалізації, автоматизації, інтернет технологій, комп'ютерної техніки та інтелектуалізації.

При цьому основним напрямком наукових досліджень є використання методів штучного інтелекту або інтелектуалізація транспортних систем.

Проте, немає чітких меж ефективності використання даних методів у логістичних системах, і навіть оцінки альтернативних методів рішень.

Тому, при розвитку даних систем виникає резонні питання про надмірне підвищення використання математичного апарату, необхідність системотехнічного інтерфейсу для користувачів, навчання персоналу та слабкий рівень розвитку програмного та технічного забезпечення, у тому числі стосовно Інтернет-ресурсів, які повинні мати стандарти відображення та обробки.

У надзвичайних ситуаціях, брак інформації, помилка оператора через помилкові розрахунки або неправильні інтерпретації рішень, призводять до руйнування логістичних систем і тому вимагають високої професійної підготовки особи, яка приймає рішення. Це не лише підготовка у звичайних умовах, а й екстремальних.

У випадках неможливості використання людино-машинних систем ситуація упирається в розвиток комп'ютерної техніки, баз знань, нейронних мереж та алгоритмів пошуку рішень.

Для автоматичних систем будь-яка помилка не тільки може зруйнувати систему, а й збільшити розміри надзвичайних ситуацій. Замінити людину розумними роботами, за останніми дослідженнями можливо лише накопиченням знань людини, їх спрощенням, удосконаленням математичних



методів обробки інформації та пошуку рішень, що базуються на лінгвістичних змінних, а також накопиченням Інтернет-ресурсів у необхідній для вирішення транспортних завдань формі.

У даній роботі основною метою є систематизація та методологія процесу прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій.

На даний момент немає єдиної методології та стандартизації щодо відображення інтернет ресурсів, параметричного відображення та якості вихідної інформації для прийняття рішень, інтелектуалізації роботи транспортних систем у надзвичайних ситуаціях, віртуалізації робіт та необхідних на транспорті баз знань.

Джерело: [1-7]

Основний текст. Для ефективного вирішення поставлених завдань, не так важливо подальше ускладнення математичного апарату та комп'ютерної техніки, як додаткова класифікація прийнятих рішень та спрощення параметричного відображення Інтернет-ресурсів, зменшення кількості непотрібної інформації та лінгвістичних змінних.

Тому розділимо прийняті управлінські рішення за типом взаємодії транспортної системи із зовнішнім середовищем. Ця взаємодія може бути пасивною, адаптаційною та активною. Тобто пасивне управління спрямоване на підвищення стійкості системи, на будь-які зовнішні впливи. Адаптаційне управління передбачає прогнозування чи передбачення зовнішніх впливів і своєчасне зміна своєї структури, функцій чи методів (технології) транспортного процесу, до виконання поставлених цілей із найменшими витратами адаптацію – цей вид поведінки є логістичним і виправдовує створення додаткової надбудови логістичного управління. Його подальшим удосконаленням є віртуальна організація логістичного ланцюга, швидкий, надійний та оптимальний пошук необхідних ресурсів у мережі Інтернет (будь-якої ресурсної мережі).

Відсутність необхідної стандартизації та повільний розвиток віртуальних технологій, з прогресом в інформаційних технологіях, дозволила перейти до інтелектуалізації транспортних систем.

У цьому інтелектуалізація дозволяє перейти наступного етапу розвитку методології управління транспортом – активному. У цьому випадку, транспортна система, що спирається на досвід минулих робіт і знання експертів, може сама виступати регулятором впливу зовнішнього середовища, без необхідності зміни власної структури (що дуже важливо в надзвичайних ситуаціях, коли додаткових ресурсів може і не бути).

Таким чином, згідно з метою публікації, розглянемо третій (новий) спосіб управління транспортною системою, основними методами якої є методи штучного інтелекту, віртуалізації та логістики.

Як розвиток даного напрями активного управління, можливо вдосконалення автоматичного управління у надзвичайних ситуаціях, коли робіт має обмежені ресурси, без можливості залучення широкого кола методів і способів адаптації. Інтелектуальні системи насамперед і призначені для таких надзвичайних транспортних систем.



Тоді методологія активного управління транспортними системами буде такою:

1. Пошук Інтернет ресурсів з використанням хмарних технологій та віртуальних організацій, і як наслідок накопичення у базах даних (БД) цих ресурсів у доступному або платному вигляді. Саме об'єднання ресурсів за якоюсь ознакою дозволить їх використовувати без укладання додаткових договорів.
2. Створення систем управління БД здатних виділяти необхідні вирішення конкретних транспортних завдань параметрів ресурсів мережі Інтернет. Під ресурсами розуміється весь спектр транспортних засобів та послуг.
3. Вибір необхідних знань з минулого досвіду, параметрів довкілля необхідних прийняття рішень.
4. Вибір необхідних методів штучного інтелекту на вирішення поставлених транспортних завдань активного управління. При цьому основними можуть бути лише методи експертних систем та нечітких множин, заснованих на знаннях, інші методи вимагають складнішого устрою комп'ютерних систем захищених від впливу зовнішнього середовища та інформаційного злому.
5. Системотехнічна інтерпретація результатів моделювання чи автоматичного прийняття рішень у машинних системах.

Отже, у розвиток даної методології необхідне вирішення наступних завдань: транспортна стандартизація відображення параметрів ресурсів мережі Інтернет; вибір параметрів оптимізації роботи транспортної системи (вихідним параметром автором запропоновано інтенсивність виконання робіт); ув'язування досвіду зі знаннями, для використання методів нечіткої логіки; напрацювання знань щодо впливу на зовнішнє середовище (залежно від виду надзвичайної ситуації від психологічно-мотиваційних та захисних до військово-політичних).

При цьому, в системах, що рекомендують, можливе використання імітаційного моделювання, або навіть теорії ігор при виборі альтернатив. Тоді як автоматичне управління має спрямованість до моделей пошуку екстремуму функції з фіксованою можливістю оцінки альтернатив з високим рівнем надійності, стійкості та безпеки.

Накопичення досвіду може бути імовірнісним (з використанням ризиків) або лінгвістичним (нечіткі множини). Залежно від виду даних для відображення досвіду буде і вид імітаційного моделювання імовірнісне статистичне або нечітке.

У цій роботі представлена методологія активного управління у надзвичайних ситуаціях, з необхідністю подальшого вирішення поставлених завдань: проектування баз знань заснованих на правилах та минулому досвіді, оптимізація числа параметрів ресурсів мережі Інтернет, види впливу на зовнішнє середовище та способи оцінки ефективності такого впливу.

Висновки. Було розглянуто питання, параметричне спрощення, віртуалізацію та інтелектуалізацію транспортних систем для прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій.



Було запропоновано методи ефективного вирішення транспортних завдань за умов надзвичайних ситуацій, з додатковою класифікацією методів на довкілля.

Було отримано напрями подальшого розвитку інтелектуальних транспортних систем та систем машинного управління.

Література:

1. Григорак М.Ю. Інтелектуалізація ринку логістичних послуг: концепція, методологія, компетентність: монографія / М.Ю. Григорак. – К.: Сік Груп Україна, 2017. – 516 с.
2. Антохов А.А. Регіональна економіка та інтелектуалізація суспільства: інноваційні аспекти взаєморозвитку: монографія / А.А. Антохов. – Львів: ПП «Видавництво «БОНА», 2016. – 420 с.
3. Інтелектуальний капітал підприємств АПК в регіональній інноваційній системі: монографія / Г.В. Жаворонкова, В.О. Жаворонков, Д.М. Соковніна, Л.Ю. Мельник, М.О. Гоменюк; за ред. докт. екон. наук Г.В. Жаворонкової. – Умань: Видавець «Сочінський», 2012. – 550 с.
4. Кісь С.Я. Інтелектуалізація діяльності підприємства: основні визначення і поняття / С. Я. Кісь // «Молодий вчений». – 2015. - №3 (18). – С. 72-76.
5. Лексична семантика в системі “людина–машина” / М.М.Пещак, Н.Ф.Клименко, Г.М.Ярун, Є.А.Карпіловська. – К.: Наук. думка, 1986. – 284 с.
6. Affisco, J. F. E-government: a strategic operations management framework for service delivery / J. F. Affisco, K. S. Soliman // Business Process Management Journal, 12. — 2012. — P. 13-21.
7. Кудрявцева С. П. Міжнародна інформація: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / С. П. Кудрявцева, В. В. Колос. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2005. – 400 с.

Abstract. The paper considers the operation of transport systems in the conditions of making time-limited and resource-limited decisions to optimize, maintain stability, controllability and survival. The concepts of risk, uncertainty, fuzziness make it possible to optimize the management system of transport systems, increase their stability, however, in emergency situations, these concepts can be aggravated by the destruction of chains of logistics transport systems, hostility of the external environment, and an increase in the level of system-destroying factors. Therefore, a methodology is needed to solve the problems of sustainable transport operation in emergency situations. In this paper, it is proposed for the sustainable operation of transport systems to use advising decision-making systems based on artificial intelligence methods, knowledge bases and parametric optimization for control systems. At the same time, in conditions of unconditional risk to people's lives, advising systems will be less effective and safe than automatic control systems based on the same methods.

Key words: transport system, emergency, intellectualization, logistics, artificial intelligence methods, virtualization, systems engineering

Стаття відправлена: 26.05.2022 р.

© Кіркін О.П.

© Кіркїна Т.Ю.



УДК 004, 72

**CHALLENGES OF DIGITAL TRANSFORMATION IN AEC INDUSTRY –
BIM SPECIALISTS****ВИКЛИКИ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ В АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНОЇ
ГАЛУЗІ – BIM СПЕЦІАЛІСТИ****Meshcheryakova O.M. / Мещерякова О.М.**

ORCID: 0000-0003-1563-9870

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ruska, str 56, 46001**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,**Тернопіль, вул. Руська, 56, 46001*

Анотація. В роботі представлено орієнтовні сфери відповідальності основних учасників процесу BIM проектування (менеджер проекту, координатор, моделер, технік). Інформація розглянута як основа для розроблення концепції з впровадження підготовки BIM-фахівців у архітектурно-будівельних навчальних закладах.

Ключові слова: BIM, BIM-менеджер, BIM-спеціаліст, навчальний процес

Вступ.

На сьогоднішній день процеси діджиталізації торкаються усіх сфер життя. В центрі цифрової трансформації в галузі будівництва та архітектури є комплексний процес Інформаційного моделювання будівель (BIM - Building Information Modelling). Концепція BIM не є нова, проте зараз набуває активного поширення та розвитку і потребує підготовки кваліфікованих фахівців.

Якщо традиційний процес будівництва включає в себе умовно відокремлені етапи: проектування, будівництва, а потім експлуатації об'єкта, то з використанням BIM технологій ці етапи отримують стійкі взаємозв'язки. На відміну від 2д проектування проектування на основі BIM передбачає отримання та опрацювання архітектурної, конструкторської, інженерної, технологічної, інформації, економічних, експлуатаційних характеристик об'єкту в єдиному інформаційному середовищі (тривимірній BIM-моделі). Всі дані, закладені в цю модель є пов'язаними.

Інформаційне моделювання в будівництві (BIM - Building Information Modeling) - це цифрове представлення фізичних і функціональних характеристик об'єкта, що створює спільно використовуваний інформаційний ресурс даного об'єкта та формує надійну основу для прийняття рішень на протязі його життєвого циклу: від ранніх концепцій до утилізації.[1]

Будівельна галузь України наразі має досить низький рівень цифровізації, а BIM-технології у своїй діяльності застосовують лічені організації. Проте їх кількість має тенденцію до збільшення. Ще в 2019 році Мінрегіон оголосив впровадження BIM-стандартів на державному рівні як стратегічне направлення розвитку[2], а в 2021 році схвалено концепцію впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні та затвердження плану заходів з її реалізації, зокрема стимулювання організацій до використання у своїй діяльності BIM-технологій.[3] Приклад Європейських країн [4] показує позитивні результати широкого використання BIM та в ряду країн прийнято обов'язковість використання технології при роботі з



державними об'єктами. В Україні однією з вагомих проблем у впровадженні BIM технологій, поруч з недосконалою законодавчою, нормативною та понятійною базою, високою вартістю програмного забезпечення, є брак кваліфікованих кадрів з чітким розумінням процесів BIM, часта неготовність переходити від традиційних CAD-програм на альтернативні із новою логікою виконання проектів та недостатня кількість організацій, які проводять навчання цих фахівців.

Згідно з концепцією [3] пріоритетними освітніми напрямками є: забезпечення підготовки спеціалістів у галузі BIM-технологій, створення освітніх програм та курсів, створення механізмів для перекваліфікації та сертифікації спеціалістів з BIM-технологій, сприяння створенню додаткових курсів з BIM-технологій (проектування, будівництво, експлуатація) для підготовки необхідної кількості фахівців у цій сфері. Вищі навчальні заклади в свою чергу повинні адаптовувати свої навчальні програми під необхідності галузі, реагуючи на запити необхідних компетенцій спеціалістів.

Метою даної статті є огляд основних фахівців в галузі BIM-проектування, їх ролей, необхідних компетенцій та можливостей впровадження їх в рамки освітнього процесу.

Основний текст

Повноцінна інформаційна модель будівлі чи споруди повинна містити всі частини проекту включаючи архітектурно-конструктивні елементи, інженерію, а також інформацію з організації будівництва, кошторису, технології тощо. Тобто на етапі проектування це є комплексний процес, де задіяно багато фахівців, які працюють над єдиною тривимірною інформаційною моделлю. Фактично модель – це параметричний об'єкт, база даних, що описує як сам об'єкт, так і процес його будівництва, що дозволяє в будь-який момент часу отримувати актуальну проектну документацію, забезпечує підвищення рівня узгодженості будівельної документації, забезпечує доступність інформації, наочність при проектуванні, дає можливість більш ретельного аналізу і контролю.[5] І в BIM-проектуванні традиційні функції двовимірних робіт архітекторів, інженерів-конструкторів та інженерів суміжних спеціальностей тепер отримують нові обриси, і доповнюються – з'являються нові дійові особи в процесі проектування: BIM фахівці різних рівнів.

Основним спеціалістом ефективного BIM-проектування є BIM-менеджер, або менеджер проекту. Найм такого фахівця є невеликою інвестицією, в порівнянні до потенційних вигод використанні BIM [6] Обов'язки BIM-менеджера перш за все – стратегічна, визначення основних цілей проекту, координація всіх учасників процесу та їхні рішення. Аналіз вимог роботодавців[7] показує, що спектр функцій може відрізнятись залежно від організації, та переважно до обов'язків належать:

- Розробка або адаптація BIM-стандарту (галузевого чи корпоративного, національний в перспективі розроблення): створення шаблонів організації, основних робочих наборів, видів, листів і тп; підготовка файлу до спільної роботи; визначення рівнів опрацювання для різних стадій, рівнів інформаційного наповнення елементів; визначення стандартів найменувань



файлів, продуктів, правил створення, формування та використання єдиної бібліотеки, сімейств; розподіл учасників за ролями, права доступу; визначення стандартів обміну інформацією, внутрішніх правил роботи з моделлю (частота синхронізацій, створення локальних копій), типів форматів даних; правил затвердження, аналізу, звітності за моделями та використання інформації з них; організація зберігання файлів вихідних даних, зв'язаних файлів та іншої документації в складі проекту

- Контроль за ходом створення об'єкту: налаштування програм для учасників процесу; відстеження наповнюваності моделі та виявлення та виправлення колізій, краш репортів та відстеження «чистоти» моделі; координація роботи учасників проектування, розподіл завдань, виявлення та оптимізація слабких сторін процесу; організація вирішення технічних проблем, що виникають; консультування учасників.

BIM менеджер працює як відповідальний за координування команди і використання моделі. Для цього він повинен відслідковувати хід роботи, оцінювати та порівнювати із поставленими цілями. BIM менеджер повинен знати на високому рівні програмне забезпечення, з яким працює фірма, логіку BIM-програми, суть технології.

Частина перелічених функцій може належати до компетенції окремого фахівця BIM-координатора, який може виконувати обов'язки помічника BIM-менеджера котрому при наявності координатора, залишаються стратегічні та організаційні функції. До обов'язків також можуть входити консультування та організації тренінгів підвищення кваліфікації для працівників; відвідування конференцій, семінарів, воркшопів з метою набуття нових знань та кращих практик з BIM проектування, особливостей оновлень програмного забезпечення та поширення знань в організації;

BIM-Моделлер/технік. Основними обов'язками BIM-моделлера є створення та наповнення інформаційної моделі, оформлення на її основі 2D креслень, відповідно до BIM стандарту, BIM координація та валідація.

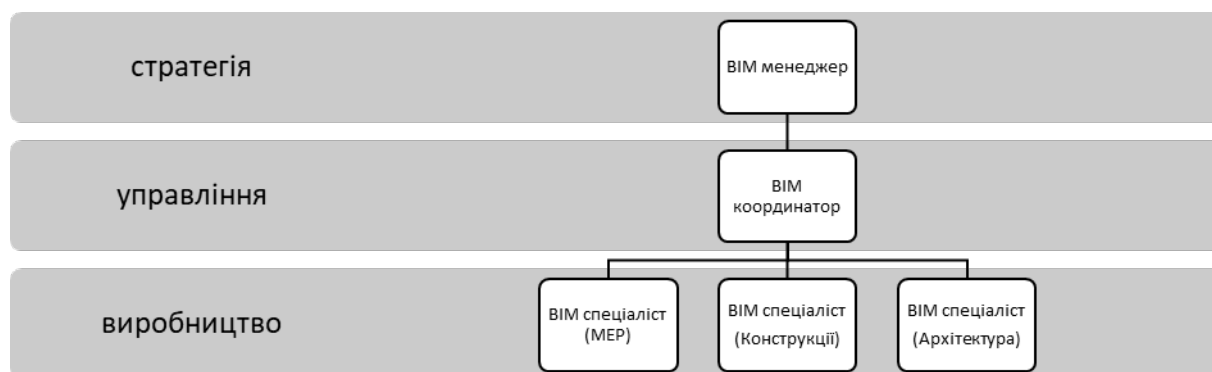


Рисунок 1 – Ролі та функції учасників проекту

Назви ролей можуть відрізнятися залежно від проекту через специфіку ринкового сектору, розміру проекту та рівня системи постачання, але в процесі реалізації знаходяться важливі фактори, охоплюючи право власності, відповідальність і повноваження. У невеликих компаніях багато з цих ролей



може виконувати одна особа. Організація може різнитися залежно від проекту, проте завдання щодо реалізації залишаються.

Наразі ми знаходимось в тривалому перехідному процесі від двовимірному проектуванню до створення цифрових копій будівлі з закладеною необхідною інформацією для роботи з об'єктом на всіх етапах його життєвого циклу.

Роль навчального процесу є визначальною в переході до BIM технологій в проектуванні[5]. Аналіз джерел та досвіду викладання показав, що впровадження навчання з BIMу може відбуватись шляхом доповнення існуючих програм курсів, створення нових спеціалізованих або міждисциплінарних курсів, проведення короткотермінових інтенсивів, тренінгів, воркшопів чи літніх шкіл.

В організації навчального процесу слід розділити освітні BIM-програми на рівні бакалавр – BIM-проектування: створення моделі, оформлення креслень, формування презентаційних матеріалів за визначеними параметрами компонентів, створених за допомогою шаблону; на рівні магістр – BIM-менеджмент: розробка BIM-стандартів, формування BIM-протоколів, створення плану розробки проекту BEP (BIM Execution Plan – План Використання/Виконання BIM) та BMP (BIM Management Plan – План Управління BIM), створення шаблонних передналаштувань та збереження матеріалу в Шаблон-проекті з відповідного додатку BIM-проектування.[6]

Огляд практик показує, що найефективніший підхід до навчання BIM - комплексний, міждисциплінарно, з впровадженням командних робіт, роботи над одним проектом студентів різних спеціальностей. Адже в більшості випадків студенти отримують лише базові навички: створення моделей без системного інформаційного наповнення, без використання ресурсів взаємодії в BIM-середовищі, не розглядаються теми перевірки якості проекту і взаємної передачі даних. І як наслідок, такі фахівці зможуть підключатись до процесів проектування, та не управління проектом.[7] Впровадження BIM у навчальний процес можна починати факультативно з можливістю обрання студентами розвитку бажаного профілю у BIM.

Висновки.

Були розглянуті ролі основних учасників BIM проектування та їх основні функції. Визначено, що потреба в обізнаних і кваліфікованих випускниках BIM в будівельній галузі стала важливим аспектом для ефективної роботи архітектурно-будівельних фірм. Тому актуальним питанням постає впровадження навчання BIM в існуючі курси, проведення короткотермінових ефективних навчань та створення нових міждисциплінарних курсів.

Література:

1. “National BIM standard: version 2. US National BIM Standards Committee (NBIMS), 2014”.
2. “Уряд затвердив Концепцію впровадження в Україні BIM-технологій у будівництві.” <https://www.minregion.gov.ua/press/news/uryad-zatverdyyv-konczepczyu-vprovadzheniya-v-ukrayini-vim-tehnologij-u-budivnycztvi/> (accessed May 19, 2022).



3. “Про схвалення Концепції впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні та затвердження плану заходів з її реалізації.” <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/152-2021-%D1%80> (accessed May 12, 2022).

4. EU BIM Taskgroup, “Посібник з впровадження інформаційного моделювання в будівництві, створений Європейським державним сектором,” 2017.

5. A. Agirbas, “Teaching construction sciences with the integration of BIM to undergraduate architecture students,” *Frontiers of Architectural Research*, vol. 9, no. 4, pp. 940–950, Dec. 2020, doi: 10.1016/J.FOAR.2020.03.007.

6. О. В. Левченко and А. В. Михайленко, “BIM-технології в закладах вищої освіти рівня підготовки бакалавр та магістр,” *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*, vol. 62, pp. 152–170, 2022.

7. О. Levchenko and А. Mykhailenko, “BIM personnel: from users to managers,” *Current problems of architecture and urban planning*, vol. 0, no. 56, pp. 88–102, Feb. 2020, doi: 10.32347/2077-3455.2020.56.88-102.

Abstract. *The work presents a preliminary outlines of the main roles of BIM process participants, their areas of responsibility (BIM Manager, BIM Coordinator, BIM Modeler). Gained information forms a basis for concept of choosing appropriate forms of immersing the BIM study into the Architecture and Engineering studies curriculums in Universities. Best practices shows that the most effective way is forming multidisciplinary courses.*

Key words: *BIM, BIM Manager, BIM Specialist, BIM study*

Стаття надіслана: 20.05.2022 г.

© Мещерякова О.М,



УДК 711.554

DEVELOPMENT METHODOLOGY OF REORGANIZED INDUSTRIAL TERRITORIES**МЕТОДОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ РЕОРГАНИЗУЕМЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ****Baboy I.S. / Бабой И.С.***Master / магистр**Pridnestrovian State University named after T.G. Shevchenko**Bendery Polytechnic Branch, Bendery,**Pridnestrovian Moldavian Republic, st. Benderskogo Vosstaniya, 7, MD-3200**Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко**Бендерский политехнический филиал, Бендеры,**Приднестровская Молдавская Республика, ул. Бендерского Восстания, 7, MD-3200*

Аннотация. С течением времени города развиваются и меняются, что-то продолжает развиваться, а что-то приходит в упадок и перестает пользоваться спросом. Таким образом, возникает ситуация, что остаются заброшенные здания и территории.

Процесс реорганизации позволяет реконструировать здания и сооружения, при этом изменив назначение этих сооружений. Возрожденные бывшие заводы и фабрики, например, становятся офисными центрами, торгово-развлекательными комплексами, арт-центрами, культурными центрами. Изменяется сама концепция использования этих построек, что позволяет улучшить качество городской среды. Развития реорганизуемых промышленных территорий должно носить комплексный характер и быть более функциональными, важна интеграция здания на местности и ее соответствие социальным требованиям.

Ключевые слова: реорганизация, реновация, ревитализация, редевелопмент, промышленные территории.

Вступление.

Реорганизация промышленных территорий (ревитализация, реновация) является откликом на кризисное состояние территории, что проявляется не только в деградации городской среды, но и в деградации функции и пространства. Реорганизация промышленных территорий начинается с идентификации этого пространства и находящихся в состоянии упадка объектов, определения нежелательных, деструктивных процессов в пространственной, общественной и экономической сфере, что служит причинами возникновения деградации территории.

Реорганизация как комплексный процесс касается одновременно экологической ситуации, архитектуры города, функциональной наполненности, технической инфраструктуры, юридических, экономических, административных и политических вопросов, и должен реализовываться методом непосредственной активности граждан при поддержке профессиональных менеджеров проектов.

Реорганизация способствует охране национального наследия, развитию и качественным изменениям, происходящим путем роста общественной и экономической активности, улучшение среды обитания с одновременным соблюдением принципов сбалансированного развития [1].

Можно выделить основные направления проектов реорганизации промышленных территорий, в контексте создания:



1. заведений питания;
2. заведений размещения (как временного, так и постоянного);
3. образовательного и научного пространства;
4. объектов досуга и отдыха;
5. создание спортивных объектов;
6. создание деловых ячеек;
7. полифункциональные проекты (соединяющие все или несколько из вышеупомянутых типов).

Подбор аналогов мировой современной промышленной архитектуры осуществлялся по четырём основным позициям [2]:

- во-первых, промышленный комплекс взаимодействует с окружающей средой на нюансном уровне;
- во-вторых, композиция промышленного комплекса развивается вглубь территории предприятия;
- в-третьих, промышленный объект контрастирует с окружением за счёт цветового решения;
- в-четвёртых, промышленный объект является доминантным за счёт крупного масштаба.

Задачами реорганизации являются: социализация пространства и создание условий для развития городов; улучшение состояния окружающей среды и создание креативных элементов инфраструктуры; создание нового пространства для отдыха и отдыха населения; повышение туристического и культурного потенциала; стимулирование экономического развития; охрана индустриального и архитектурного наследия; привлечение инвестиций и т.д..

Наиболее яркими примерами индустриального наследия являются помещения старых заводов, шахт, карьеров и других объектов, выведенных из эксплуатации. Именно такие объекты представляют определенную историческую или культурную ценность. Обычно они подлежат реновационным и реконструкционным мероприятиям для восстановления своего первоначального вида и состояния, а также создания безопасных условий для посетителей. Такие объекты, зачастую отражают его историю или историю отрасли промышленности, которая здесь развивалась. Другим вариантом развития подобных объектов, не проявляющих столь обширной исторической или культурной значимости, являются объекты самых разных функций, это заведения питания или развлекательные центры.

Основной текст.

В целом реорганизация промышленных территорий достаточно активно внедряется в реалии современных городов. Однако есть целый ряд сдерживающих факторов присущих странам бывшего советского союза:

1. советское наследие, как правило, не воспринимается как ценность, а большинство индустриальных объектов относятся именно к советскому периоду;
2. непонимание горожанами ценности объектов и подходов к их сохранению;
3. низкий интерес инвесторов к таким проектами из-за сложности восстановления старых промышленных помещений;



4. запущенное состояние зданий и значительная потребность в инвестициях.

Суммируя, можно выделить такие особенности реорганизации промышленных территорий, которые характерны для стран бывшего советского союза:

- преобладание частных инвестиций;
- коммерческое направление ревитализации и преобладания проектов, направленных на создание офисных и торговых центров;
- точечный характер локализации реорганизуемых объектов, что обусловлено их привязкой к большим населенным пунктам;
- недостаточность проектов культурного формата особенно в традиционно промышленных регионах;
- ревитализация отдельных зданий, а не комплексов или промышленных зон.

Реорганизация промышленных объектов, территорий носит чрезвычайно важный характер для пространственного развития города, однако, рекомендуется проведение дополнительного анализа дальнейшего развития и существования ревитализованных объектов, их значении в сфере досуга и туризма [3, с.14]. Мы выбрали две методики: SWOT-анализ и PEST-анализ.

Первый раскрывает объект в характеристике четырех основных сторон – сильные стороны, слабые стороны, возможности и угрозы. Второй позволяет провести маркетинговый анализ с целью выявления политических, экономических, социальных и технологических аспектов воздействия окружающей среды.

«Сильными сторонами» реорганизуемых старых промышленных объектов является их высокая степень аттрактивности, уникальности, наличие определенного бренда и отражения туристического бренда города, доступность полигона для строительства и возможной застройки, историческая значимость отдельных объектов.

«Слабыми сторонами» является труднодоступность большинства объектов, непригодное к эксплуатации в настоящее время состояние (необходимость реконструкции большинства объектов), необходимость существенных финансовых вложений.

К возможностям следует отнести общественный запрос на создание дополнительных объектов сферы досуга, расширение туристических предложений города, возможность привлечения представителей малого и среднего бизнеса, инвесторов; использование выведенных из эксплуатации объектов, возможность создание дополнительных статей финансовых поступлений в бюджет города и страны; создание дополнительных рабочих мест [4, с.81].

«Угрозами» реорганизации объектов следует отметить риски низкого запроса среди жителей города из-за труднодоступности отдельных локаций; риски связаны с поиском инвесторов и спонсоров, что связано с возможными погрешностями в маркетинговых и экономических стратегиях.

Проведя PEST-анализ (чтобы выявить, как внешние факторы будут влиять на процесс ревитализации и дальнейшее функционирование этих объектов) мы



обнаружили следующие положения:

В политическом аспекте особую роль играют изменения в законодательстве, влияние властных структур на функционирование отрасли и т.д.. Из негативных факторов следует отметить определенные трудности, связанные с получением права собственности или передачи вышеуказанных объектов в фонд города, чтобы в дальнейшем проводить процессы ревитализации, реновации, рекультивации, или полной перестройки.

В экономическом аспекте следует отметить сразу, что пандемия оказала существенное влияние, особенно на сферу досуга, туризма. Именно поэтому в настоящее время открытие новых объектов досуга не является рентабельным, а финансирование со стороны государства и сторонних инвесторов почти делается невозможным из-за неактуальности развития данной сферы в это время.

Анализируя социальный аспект, следует отметить, что, в общем, жители городов нуждаются в появлении новых объектов как культурного, так и досугового формата, что приведет не только к улучшению благоустройства города, но и предоставит жителям новые рабочие места, а представителям малого и среднего бизнеса – площадку для реализации собственного продукта [5, с. 165].

Анализируя технологический аспект, следует сказать, что, в общем, имеющиеся в стране строительные технологии и возможность установления той или иной необходимой инфраструктуры достаточно для реализации запланированных проектов, поскольку все проекты планировались в рамках имеющихся и реальных возможностей привлечения тех или иных технологий.

После проведения более глубокого анализа по двум методикам, мы можем сделать следующие выводы:

- ✓ реорганизация старых промышленных объектов однозначно улучшит благоустройство и сферу досуга;
- ✓ будут созданы новые рабочие места;
- ✓ будут созданы дополнительные площадки для развития малого и среднего бизнеса;
- ✓ будет наблюдаться положительное влияние на формирование туристического бренда города.
- ✓ Основными задачами создания данного проекта являются:
- ✓ сохранение индустриального наследия;
- ✓ поддержание подлинности местности;
- ✓ создание новой уникальной зоны досуга;
- ✓ стимулирование привлечения туристов;
- ✓ создание зоны для активных занятий спортом.

Для реализации проекта реконструкции промышленных территорий необходимо придерживаться следующего алгоритма, состоящего из семи этапов:

1. Теоретико-подготовительный. На этом этапе разрабатывается концептуальная модель, анализируются варианты использования, привлечение инвестиций, пути монетизации, выбор составляющих



- инфраструктуры [6, с. 508].
2. Инвентаризационный. На данном этапе уточняются составляющие инфраструктуры, производится смета по отдельным статьям. Подсчитывается общая себестоимость проекта, указываемая в соответствующих бухгалтерских документах.
 3. Аналитический. Проводится SWOT-анализ и PEST-анализ, а также, при необходимости, дополнительная аналитика. На основе анализа определяются основные риски, связанные с созданием данного проекта, возможности, а также подробно отмечаются все его преимущества и недостатки, для дальнейшего нивелирования последних.
 4. Организационный. Происходит практическая реализация проекта: рекультивация, строительство основной инфраструктуры, окультуривание территории, введение всех необходимых мер безопасности (ограждение потенциально опасных участков, зачистка территории) [7, с. 67].
 5. Инвестиционный. Привлечение дополнительных инвестиций, поддержание и модернизация инфраструктуры, оплату труда сотрудников.
 6. Оптимизационный. Анализ деятельности объекта и корректировка стратегии развития проекта на основе экономических результатов, посещаемости за определенный промежуток времени и т.д..
 7. Промоциональный. Разработка маркетинговой стратегии дальнейшего продвижение объекта, реализация рекламы, промоакций.

Вывод.

Реорганизация – это процесс, направленный на комплексную трансформацию депрессивных индустриальных объектов и территорий с целью их функционального переформатирования для улучшения социальных условий проживания населения.

Основными типами проектов реорганизации являются создание: заведений питания; размещения; образовательного и научного пространства; объектов досуга и отдыха; спортивных объектов; деловых ячеек; полифункциональные проекты.

Задачами реорганизации являются: социализация пространства и создание условий для развития городов; улучшение состояния окружающей среды и создание креативных элементов инфраструктуры; создание нового пространства для отдыха населения; повышение туристического и культурного потенциала; стимулирование экономического развития; охрана индустриального и архитектурного наследия; привлечение инвестиций и т.д.

Наибольшая концентрация ревитализованных объектов в Европе, особенно в Германии, Великобритании, Польше, Бельгии и Швеции, что обусловлено активным развитием промышленности в XIX в. и начале XX ст., значительным уровнем сохранения промышленных объектов, предоставлением им охранного статуса и высоким уровнем культуры населения данных стран. Также примеры ревитализованных промышленных объектов встречаются локально в каждом регионе мира.



Литература:

1. Антонова В. В. Современный опыт реконструкции объектов промышленной архитектуры // Проблемы науки. 2018. №8 (32). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyy-opyt-rekonstruktsii-obektov-promyshlennoy-arhitektury>
2. Сносить нельзя, перепрофилировать. По материалам издания «Commercial RealEstate» – <http://www.redeveloper.ru/ru/np1.html>.
3. Шульц Б. Вторая жизнь // Speech: вторая жизнь. – 2008. - №2. – С. 8-22.
4. Лепель А. Изменение функции промышленных зданий. Обследование // Архитектура и гражданское строительство. – 2006. – Том. 4. – С. 71-84
5. Яковлев А.А. Архитектурная адаптация индустриального наследия к новой функции. – Нижний Новгород: ФГБОУ ВПО «НГАСУ». – 2014. – 230 с.
6. Мансуров П.М., Мансурова Г.И. Депрессивный регион: сущность, критерии отнесения, основные проблемы. Фундаментальные исследования. №6 (2): 506–510, 2012.
7. Мансурова Г.И. Депрессивные регионы: основные понятия и причины перехода в депрессивное состояние. Вестник УлГТУ. №69: 65–68, 2015.

Abstract. Over time, cities develop and change, something continues to develop, but something falls into decay and ceases to be in demand. Thus, a situation arises that abandoned buildings and territories remain.

The reorganization process allows you to reconstruct buildings and structures, while changing the purpose of these structures. The revived former plants and factories, for example, are becoming office centers, shopping and entertainment complexes, art centers, and cultural centers. The very concept of using these buildings is changing, which improves the quality of the urban environment. The development of reorganized industrial areas should be comprehensive and more functional, the integration of the building on the ground and its compliance with social requirements are important.

Keywords: reorganization, renovation, revitalization, redevelopment, industrial areas.



УДК 519.21

THE EXISTENCE OF THE SOLUTION OF THE CAUCHI PROBLEM FOR NONLINEAR STOCHASTIC PARTIAL DIFFERENTIAL- DIFFERENCE EQUATIONS OF NEUTRAL TYPE WITH RANDOM EXTERNAL PERTURBANCES

ІСНУВАННЯ РОЗВ'ЯЗКУ ЗАДАЧІ КОШІ ДЛЯ НЕЛІНІЙНОГО СТОХАСТИЧНОГО
ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-РІЗНИЦЕВОГО РІВНЯННЯ НЕЙТРАЛЬНОГО ТИПУ В
ЧАСТИННИХ ПОХІДНИХ З УРАХУВАННЯМ ВИПАДКОВИХ ЗОВНІШНІХ
ЗБУРЕНЬ

Yurchenko I.V. / Юрченко І.В.

cand. of ph.-math. sc., assoc. prof. / к.ф.-м.н., доц.

ORCID: 0000-0001-9929-5758

Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University,

Ukraine, Chernivtsi, vul. Universitet'ska, 28, 58000

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,

Україна, Чернівці, вул. Університетська, 28, 58000

Анотація. Розглянуто питання існування розв'язку задачі Коші в класі нелінійних стохастичних диференціально-різницевого рівнянь нейтрального типу в частинних похідних з урахуванням випадкових зовнішніх збурень, незалежних від вінерового процесу. Одержано достатні умови на коефіцієнти нелінійного стохастичного диференціально-різницевого рівняння нейтрального типу, які гарантують існування з імовірністю одиниця його розв'язку.

Ключові слова: стохастичне диференціально-різницеве рівняння, вінерові збурення, пуассонові перемикання, існування розв'язку.

Вступ.

Питання існування та єдиності розв'язку стохастичних диференціальних рівнянь з деякими початковими та граничними умовами в різних функціональних просторах, зокрема і рівнянь у частинних похідних, досліджувалося багатьма авторами [3, 4, 6, 7, 8, 11, 12]. У працях [9, 10] 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-різницевого рівнянь нейтрального типу в частинних похідних з урахуванням випадкових зовнішніх збурень, незалежних від вінерового процесу і продовжує дослідження, розпочаті в роботах [9, 10, 13].

Постановка задачі. Нехай на ймовірнісному базисі $(\Omega, F, \{F_t, t \geq t_0, 0\}, P)$ задано нелінійне дифузійне стохастичне диференціально-різницеве рівняння нейтрального типу (НДСДРРНТ) в частинних похідних під дією випадкових зовнішніх збурень, незалежних від вінерового процесу

$$d\left(u(t, x) + \int_{R^r} b(t, x, y) u(t - \tau, y) dy\right) = \sum_{j=1}^r \frac{\partial^2 u(t, x)}{\partial x_j^2} + \sigma(t, u(t - \tau, x)) dw(t, x) + \\ + \int_Z c(t, u(t - \tau, x), z) \tilde{v}(dz, dt), \quad (1)$$



для $t \in (0, T]$, $x \in \mathbf{R}^r$ за початковими даними

$$u(t, x) = \psi(t, x), \quad \forall t \in [-\tau, 0], \quad (2)$$

$u(t, x): [0, T] \times \mathbf{R}^1 \rightarrow \mathbf{R}^1$ – розв’язок задачі (1), (2); $T \in (0, \infty)$ – фіксований дійсний час, $\tau > 0$, r -вимірний оператор Лапласа [1, 4]

$$\Delta_x \equiv \sum_{j=1}^r \frac{\partial^2 u(t, x)}{\partial x_j^2}, \quad (3)$$

$w(t, x) - L_2(\mathbf{R}^r)$ -вимірний Q -вінеровий процес [2];

$\tilde{\nu}(A, t) \equiv \nu(A, t) - \mathbf{E}\{\nu^2(A, t)\}$ – центрована пуассонова міра [3],

$\sigma: [0, T] \times \mathbf{R}^1 \times \mathbf{R}^r \rightarrow \mathbf{R}^1$ і $b: [0, T] \times \mathbf{R}^r \times \mathbf{R}^r \rightarrow \mathbf{R}^1$, $c: [0, T] \times \mathbf{R}^r \times \mathbf{R}^1 \rightarrow \mathbf{R}^1$ – деякі конкретні функції, які будуть визначені під час дослідження;

$\psi: [-\tau, 0] \times \mathbf{R}^r \rightarrow \mathbf{R}^1$ – функція початкових даних.

Попередні результати та основні означення. Наведемо декілька тверджень з праць [9–12].

Лема 1. [12, с.188]. Оператор

$$S(t): L_2(\mathbf{R}^r) \rightarrow L_2(\mathbf{R}^r) \quad (4)$$

генерує розв’язок однорідної задачі Коші для рівняння тепла (лема 1, [9]) з імовірністю 1

$$d(u(t, x)) + \int_{\mathbf{R}^r} b(t, x, z) u(t - \tau, z) dz = \Delta_x u(t, x), \quad (5)$$

за початковими даними (2) за правилом

$$u(t, x) = (s(t)g(\cdot))(x) = \int_{\mathbf{R}^r} K(t, x - y) g(\cdot) dy, \quad (6)$$

та утворює C_0 -напівгрупу операторів, інфінітезимальним оператором якої є випадковий лапласіан $\Delta_x(\omega)$ (3). Напівгрупа $S(t)$ є стискаючою, тобто

$$\|(S(t)g(\cdot))(x)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 \leq \|g(x)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2. \quad (7)$$

Побудуємо потік (фільтрацію) σ -алгебр $\{F_t, t \geq t_0 \geq 0\}$, який породжений $L_2(\mathbf{R}^r)$ -значним Q -вінеровим процесом

$$w(t, x) \equiv \sum_{n=1}^{\infty} \sqrt{\lambda_n} e_n(x) \beta_n(t) \quad (8)$$

та центрованою пуассоновою мірою $\tilde{\nu}(A, t) \equiv \nu(A, t) - \mathbf{E}\{\nu(A, t)\}$, де $\{\beta_n(t) \equiv \beta_n(t, \omega)\} \subset \mathbf{R}^1$ – незалежні стандартні одновимірні вінерові процеси,

$$\sum_{n=1}^{\infty} \lambda_n \equiv \lambda < \infty. \quad (9)$$

При цьому система векторів $e_n(x) \equiv \bar{e}_n(x)$ утворює ортонормований базис у $L_2(\mathbf{R}^r)$ такий, що



$$\sup_{n \in \{1, 2, \dots\}} \operatorname{ess\,sup}_{x \in \mathbf{R}^r} |e_n(x)| \leq 1. \quad (10)$$

Уведемо простір Банаха $\mathfrak{B}_{2,T}$ всіх $L_2(\mathbf{R}^r)$ -значних F_t -вимірних та неперервних з імовірністю одиниця випадкових процесів $\xi(\cdot) \equiv \xi(t, \omega): [0, T] \times \Omega \rightarrow L_2(\mathbf{R}^r)$ з нормою

$$\|\xi(\cdot)\|_{\mathfrak{B}_{2,T}} \equiv \sqrt{\sup_{0 \leq t \leq T} \mathbf{E} \|\xi(t, \omega)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2}. \quad (11)$$

Означення 1. Неперервну випадкову функцію $u \equiv u(t, x, \omega): [-\tau, T] \times \mathbf{R}^r \times \Omega \rightarrow \mathbf{D}^1([-\tau, T])$ назовемо м'яким розв'язком задачі (1), (2), якщо виконуються умови:

- 1) $u \in F_T$ -вимірною для майже всіх $t \in [-\tau, T]$ та фіксованих $x \in \mathbf{R}^r$, $\omega \in \Omega$;
- 2) u задовольняє умову (інтегральне рівняння)

$$\begin{aligned} u(t, x, \omega) = & \int_{\mathbf{R}^r} K(t, x - y) \left(\psi(0) + \int_{\mathbf{R}^r} b(0, y, z) \psi(-\tau, z) dz \right) dy - \\ & - \int_{\mathbf{R}^r} b(0, x, y) u(t - \tau, y) dy + \\ & + \int_{\mathbf{Z}} \int_{\mathbf{R}^r} c(0, y, z, z_1) \psi(-\tau, z_1) \Pi(dz) dz_1 dy - \int_{\mathbf{Z}} \int_{\mathbf{R}^r} c(0, x, y, z) u(t - \tau, y) \Pi(dz) dy - \\ & - \int_0^t \left(\Delta_x \int_{\mathbf{R}^r} K(t - s, x - y) \times \int_{\mathbf{R}^r} b(s, y, z) u(s - \tau, z) dz dy \right) ds - \\ & - \int_0^t \left(\int_{\mathbf{Z}} \Delta_x \int_{\mathbf{R}^r} K(t - s, x - y) \times \int_{\mathbf{R}^r} c(s, y, z_1, z) u(s - \tau, z_1) \Pi(dz) dz_1 dy \right) ds + \\ & + \int_0^t \sum_{n=1}^{\infty} \sqrt{\lambda_n} \left(\int_{\mathbf{R}^r} K(t - s, x - y) \times \sigma(s, u(s - \tau), y) e_n(y) dy \right) d\beta_n(s) \end{aligned} \quad (12)$$

для $t \in [0, T]$, $x \in \mathbf{R}^r$ за початковою умовою (2);

- 3) існує норма

$$E \left\{ \int_0^T \|u(t, x, \omega)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 dt \right\} < \infty. \quad (13)$$

Лема 2 [10]. Математичне сподівання від квадрату $u(t, x, \omega)$ (див. (13)) є нормою.

Будемо надалі вважати, що ймовірнісний базис $(\Omega, F, \{F_t, t \geq t_0\}, \mathbf{P})$ побудований [1–5] для задачі (1), (2), яка є предметом дослідження цієї статті.

Основне твердження. Нехай для задачі (1), (2) виконано умови:

- 1) коефіцієнти $\sigma \equiv \sigma(t, u, x)$ та $c(t, u, x, z)$ є:

1а) вимірними за всіма аргументами;

1б) задовольняють умову Ліпшиця за другим аргументом

$$|\sigma(t, u, x) - \sigma(t, v, x)| + \int_{\mathbf{Z}} |c(t, u, x, z) - c(t, v, x, z)| \Pi(dz) \leq L |u - v|$$



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 вінерового процесу $w(t) \equiv w(t, \omega) \in \mathbf{R}^1$ для $\forall t \in [0, T]$ та центрованої пуассонової міри $\tilde{v}(t, x, z)$;

2в) має норму

$$\sup_{-\tau \leq t \leq 0} \mathbf{E} \|\psi(t, x, \omega)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 < \infty; \quad (14)$$

3) функції $b \equiv b(t, x, y)$ та $c(t, x, y, z)$ задовольняє умови:

3а)

$$\sup_{0 \leq t \leq T} \int_{\mathbf{R}^r} \sqrt{\int_{\mathbf{R}^r} b^2(t, x, y) dy} dx + \sup_{0 \leq t \leq T} \int_{\mathbf{Z}} \int_{\mathbf{R}^r} \sqrt{\int_{\mathbf{R}} c^2(t, x, y, z) \Pi(dz)} dy dx = K_1 < \infty; \quad (15)$$

3б)

$$\sup_{0 \leq t \leq T} \int_{\mathbf{R}^r} \int_{\mathbf{R}^r} b^2(t, x, y) dy dx + \sup_{0 \leq t \leq T} \int_{\mathbf{Z}} \int_{\mathbf{R}^r} \int_{\mathbf{R}} c^2(t, x, y, z) \Pi(dz) dy dx = K_2 < \infty; \quad (16)$$

3в) для кожної точки $x \in \mathbf{R}^r$ існують частинні похідні $\partial_{x_i} b$, $\partial_{x_i x_j} b$, де $\{i, j\} \subset \{1, 2, \dots, r\}$;

3г) матриця Гессе $D_x^2 b$ задовольняє умову

$$\begin{aligned} & \left| \nabla_x b(t, x, y) \right| + \left| \nabla_x \int_{\mathbf{Z}} c(t, x, y, z) \Pi(dz) \right| + \\ & + \left\| D_x^2 b(t, x, y) \right\| + \left\| D_x^2 \left(\int_{\mathbf{Z}} c(t, x, y, z) \Pi(dz) \right) \right\| \leq \Phi(t, x, y), \end{aligned} \quad (17)$$

для $\forall t \in [0, T] \subset [0, \infty)$, $\{x, y\} \subset \mathbf{R}^r$, де функція $\Phi: [0, T] \times \mathbf{R}^r \times \mathbf{R}^r \rightarrow [0, \infty)$ задовольняє умову обмеженості подвійного просторового інтегралу

$$\sup_{0 \leq t \leq T} \int_{\mathbf{R}^r} \int_{\mathbf{R}^r} \Phi(t, x, y) dx dy = K_3 < \infty; \quad (18)$$

4) для функції $\Phi(t, x, y)$ виконується аналог умови Ліпшиця за другим аргументом

$$|\Phi(t, x, z) - \Phi(t, x_0, z)| \leq \zeta(t, z, x_0, \delta) |x - x_0|, \quad (19)$$

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 $\forall t \in [0, T]$, $|x - x_0| < \delta$; $z \in \mathbf{R}^r$, де $\sup_{0 \leq t \leq T} \zeta(t, \cdot, x_0, \delta) \in L_2(\mathbf{R}^r)$, $\delta \in \mathbf{R}_+$;

Тоді задача (1), (2) для НСДРНТ має єдиний м'який розв'язок $u \equiv u(t, x, \omega) \in \mathfrak{B}_{2,T}$ з імовірністю одиниця для $\forall t \in [0, T]$, якщо



$$\sup_{0 \leq t \leq T} \int_{\mathbf{R}^r} \int_{\mathbf{R}^r} b^2(t, x, y) dx dy \equiv K_5 < \frac{1}{4}. \quad (20)$$

Доведення основного твердження. Доведення розіб'ємо на етапи, що містяться в теоремі Банаха [1,2], яка застосована для встановлення з імовірністю одиниця єдиного розв'язку задачі (1),(2) (задачі Коші). Будемо використовувати методику, викладену в працях [9,10]. Проведемо доведення методом кроків. Спочатку одержимо невідому функцію на відрізку $[0, \tau]$. Одержану невідому функцію продовжимо – на першому відрізку за початкову функцію приймемо знайдену невідому функцію і повторюємо доведення для знаходження розв'язку на другому відрізку і т.д.

Розглянемо оператор $S: \mathfrak{B}_{2,T} \rightarrow \mathfrak{B}_{2,T}$, який діє за правилом для $t \in [0, T]$, $x, y \in \mathbf{R}^r$

$$\begin{aligned} (Su)(t) = & \int_{\mathbf{R}^r} K(t, x-y) \left[\psi(0) + \int_{\mathbf{R}^r} b(0, y, z) \psi(-\tau, z) dz \right] dy - \\ & - \int_{\mathbf{R}^r} b(t, y, z) u(t-\tau, y) dy - \int_{\mathbf{Z}} \int_{\mathbf{R}^r} c(t, y, z, z_1) u(t-\tau, y) dy \Pi(dz) - \\ & - \int_{\mathbf{Z}} \int_0^t \left[\Delta_x \int_{\mathbf{R}^r} \left(K(t-s, x-y) \int_{\mathbf{R}^r} c(s, y, z, z_1) u(s-\tau, z_1) \Pi(dz) dz_1 \right) dy \right] ds + \\ & - \int_0^t \left[\Delta_x \int_{\mathbf{R}^r} \left(K(t-s, x-y) \int_{\mathbf{R}^r} b(s, y, z) u(s-\tau, z) dz \right) dy \right] ds + \\ & + \int_0^t \sum_{n=1}^{\infty} \sqrt{\lambda_n} \left[\int_{\mathbf{R}^r} K(t-s, s-y) \sigma(s, u(s-\tau), y) e_n(y) dy \right] d\rho_n(s) \equiv \sum_{j=0}^4 I_j(t) \quad (21) \end{aligned}$$

за початковими даними (2).

Доведемо, що цей оператор є стискаючим. По-перше, треба довести, що $Su \in \mathfrak{B}_{2,T}$ для $\forall u \in \mathfrak{B}_{2,T}$. Для цього потрібно оцінити п'ять норм $\|I_j(s)\|_{\mathfrak{B}_{2,T}}^2 \equiv \sup \mathbf{E} \|I_j(s)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2$, $j = 0, 1, 2, 3, 4$. Використаємо нерівність (7) леми 1, нерівність Коші-Шварца [4] та умови (14), (20) і одержимо оцінку для супремума математичного сподівання $I_0(s)$ з оператора $(Su)(t)$ (див. (21)), а саме:

$$\begin{aligned} \|I_0(s)\|_{\mathfrak{B}_{2,t}}^2 & \equiv \sup_{0 \leq s \leq t} \mathbf{E} \|I_0(s)\|_{L_2(\mathbf{R}^d)}^2 \equiv \\ & = \sup_{0 \leq s \leq t} \mathbf{E} \left\| \int_{\mathbf{R}^r} K(s, x-y) \left(\psi(0) + \int_{\mathbf{R}^r} b(0, y, z) \psi(-\tau, z) dz \right) dy + \right. \\ & \quad \left. + \int_{\mathbf{Z}} \int_{\mathbf{R}^r} c(0, y, z_1, z) \psi(-\tau, z_1) dz_1 \right\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 \leq \end{aligned}$$



$$\leq 3\mathbf{E} \|\psi(0)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 + 3\left(\int_{\mathbf{R}^r} \int_{\mathbf{R}^r} b^2(0, x, z) dz dx\right) \mathbf{E} \|\psi(-\tau)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 +$$

$$+ 3 \int_{\mathbf{Z}} \int_{\mathbf{R}^r} \int_{\mathbf{R}^r} c^2(0, x, z_1, z) dz_1 \Pi(dz) dx \mathbf{E} \|\psi(-\tau)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 = C < \infty.$$

Застосуємо нерівність Коші-Шварца [4] та припущення (14), (20) при оцінюванні супремума математичного сподівання $I_1(s)$, а саме:

$$\|I_1(s)\|_{\mathfrak{B}_{2,t}}^2 \equiv \sup_{0 \leq s \leq t} \mathbf{E} \|I_1(s)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 \equiv \sup_{0 \leq s \leq t} \mathbf{E} \left\| \int_{\mathbf{R}^r} b(s, x, y) u(s - \tau) dy \right\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 \leq$$

$$\leq \sup_{0 \leq s \leq t} \mathbf{E} \|u(s - \tau)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 \cdot \sup_{0 \leq s \leq t} \int_{\mathbf{R}^r} \int_{\mathbf{R}^r} b^2(s, x, y) dy dx.$$

Далі спрацює очевидна нерівність на першому кроці відрізка $[0, \tau]$ для розв'язку $u(t)$ рівняння (1) для $t \in [0, T]$:

$$\mathbf{E} \|u(s - \tau)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 \leq \sup_{0 \leq s \leq \tau} \mathbf{E} \|u(s - \tau)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 + \sup_{\tau \leq s \leq t} \mathbf{E} \|u(s - \tau)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 =$$

$$= \sup_{-\tau \leq s - \tau \leq 0} \mathbf{E} \|u(s - \tau)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 + \sup_{0 \leq s - \tau \leq t - \tau} \mathbf{E} \|u(s - \tau)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2. \quad (22)$$

З урахуванням (22) попередня нерівність дасть оцінку

$$\|I_1(s)\|_{\mathfrak{B}_{2,t}}^2 \leq \left(\sup_{0 \leq s \leq t} \int_{\mathbf{R}^r} \int_{\mathbf{R}^r} b^2(s, x, y) dy dx \right) \left(\sup_{-\tau \leq s \leq 0} \mathbf{E} \|\psi(s)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 + \right.$$

$$\left. + \sup_{0 \leq s \leq t} \mathbf{E} \|u(s)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 \right) = C_1 < \infty.$$

Аналогічно слід оцінити супремум математичного сподівання квадрату інтеграла $I_2(s)$ у просторі $\mathfrak{B}_{2,T}$ з відповідними нормами

$$\|I_2(s)\|_{\mathfrak{B}_{2,t}}^2 \equiv \sup_{0 \leq s \leq t} \mathbf{E} \|I_2(s)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 \equiv$$

$$= \sup_{0 \leq s \leq t} \mathbf{E} \left\| \int_0^s \left(\Delta_x \int_{\mathbf{R}^r} K(s - \tau, x - y) \left(\int_{\mathbf{R}^r} b(l, y, z) u(l - \tau, z) dz \right) dl \right) d\tau \right\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 \leq t \cdot \varepsilon(s), \quad (23)$$

$$\varepsilon(s) \equiv \sup_{0 \leq s \leq t} \mathbf{E} \int_{\mathbf{R}^r} \left(\int_0^s \left(\Delta_x \int_{\mathbf{R}^r} K(s - \tau, x - y) \left(\int_{\mathbf{R}^r} b(l, y, z) u(l - \tau, z) dz \right) dy \right)^2 dl \right) dx. \quad (24)$$

Змінюючи порядок інтегрування у $\varepsilon(s)$ (див. (24)), матимемо оцінку для $I_2(s)$ у просторі $\mathfrak{B}_{2,T}$:

$$\|I_2(s)\|_{\mathfrak{B}_{2,t}}^2 \leq t \cdot \varepsilon(s) =$$

$$= t \cdot \sup_{0 \leq s \leq t} \mathbf{E} \int_0^s \left(\int_{\mathbf{R}^r} \left(\Delta_x \int_{\mathbf{R}^r} K(s - \tau, x - y) \left(\int_{\mathbf{R}^r} b(l, y, z) u(l - \tau, z) dz \right) dy \right)^2 dx \right) dl \leq$$

$$\leq Ct \mathbf{E} \left\{ \int_0^t \int_{\mathbf{R}^r} \left\| D_x^2 \int_{\mathbf{R}^r} b(l, x, z) u(l - \tau, z) dz \right\|^2 dx dl \right\}. \quad (25)$$



У попередній оцінці

$$\nabla_x \equiv (\partial_{x_1} \dots \partial_{x_r})^T; \quad D_x^2 = \begin{pmatrix} \partial_{x_1}^2 & \dots & \partial_{x_1 x_r}^2 \\ \dots & \dots & \dots \\ \partial_{x_r x_1}^2 & \dots & \partial_{x_r}^2 \end{pmatrix}; \quad (26)$$

$\|\cdot\|$ – відповідна матрична норма.

Далі слід використати лему 1 [9, лема 4]. Якщо умови цієї леми для

$$u(l, x) = \int_{\mathbf{R}^r} K(s-l, x-y) \left(\int_{\mathbf{R}^r} b(l, y, z) u(l-\tau, z) dz \right) dy, \\ g(l, x) \equiv \int_{\mathbf{R}^r} b(l, y, z) u(l-\tau, z) dz \quad (27)$$

виконуються, то оператор $S(\cdot)$ є стискаючим (див. (7)).

Перевіримо умови леми 1, тобто доведемо, що:

1) з імовірністю одиниця для кожного $l \in [0, t]$

$$\int_{\mathbf{R}^r} b(l, \cdot, z) u(l-\tau, z) dz \in L_1(\mathbf{R}^r); \quad (28)$$

2)

$$|\nabla_x g| \in L_2(\mathbf{R}^r), \quad \|D_x^2 g\| \in L_2(\mathbf{R}^r). \quad (29)$$

Перевіримо умову 1). Доведення (28) випливає з використання умов Коші-Шварца та умов 2а), 2б) основного твердження та (20) зі сталою K_5 .

$$\mathbf{E} \left\{ \int_{\mathbf{R}^r} \left| \int_{\mathbf{R}^r} b(l, x, z) u(l-\tau, z) dz \right| dx \right\} \leq \\ \leq \left(\sup_{0 \leq l \leq t} \int_{\mathbf{R}^r} \sqrt{\int_{\mathbf{R}^r} b^2(l, x, z) dz} dx \right) \left(\sqrt{\sup_{-\tau \leq l \leq 0} \mathbf{E} \|\psi(l)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2} + \sup_{0 \leq l \leq t} \mathbf{E} \|u(l)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Звідки з імовірністю одиниця умова 1 виконується

$$\int_{\mathbf{R}^r} \left| \int_{\mathbf{R}^r} b(l, x, z) u(l-\tau, z) dz \right| dx = C_1 < \infty.$$

Перевіримо умову 2) леми 1. Умову (29) доведемо для $|\nabla_x g|$. Для $\|D_x^2 g\|$ міркуватимемо аналогічно. Спочатку доведемо диференційовність $g(l, x)$ (дивись (27)) у точці $x = x_0 \in \mathbf{R}^r$.

Нехай $B_\delta(x_0)$ є околом точки $x_0 \in \mathbf{R}^r$. Використовуючи умови (17) та умову (19), матимемо

$$|\nabla_x b(t, x, z) u(t-\tau, z)| \leq \psi(t, x, z) |u(t-\tau, z)| = \\ = (\psi(t, x, z) - \psi(t, x_0, z) + \psi(t, x_0, z)) |u(t-\tau, z)| \leq \\ \leq (\delta \varphi(t, z, x_0, \delta) + \psi(t, x_0, z)) |u(t-\tau, z)|.$$

Перевіримо включення



$$(\delta\varphi(t, \cdot, x_0, \delta) + \psi(t, x_0, \cdot)) | u(t - \tau, \cdot) | \in L_1(\mathbf{R}^r) . \quad (30)$$

Використовуючи нерівність Коші-Шварца та умови (17), (18), (20) матимемо

$$\begin{aligned} & \mathbf{E} \int_{\mathbf{R}^r} (\delta\varphi(t_1, z, x_0, \delta) + \psi(t_1, x_0, z)) | u(t_1 - \tau, z) | dz = \\ & = \delta \mathbf{E} \int_{\mathbf{R}^r} \varphi(t_1, z, x_0, \delta) | u(t_1 - \tau, z) | dz + \mathbf{E} \int_{\mathbf{R}^r} \psi(t_1, x_0, z) | u(t_1 - \tau, z) | dz \leq \\ & \leq \left(\delta \sqrt{\int_{\mathbf{R}^r} \varphi^2(t_1, z, x_0, \delta) dz} + \sqrt{\int_{\mathbf{R}^r} \psi^2(t_1, x_0, z) dz} \right) \left(\sup_{-\tau \leq t_1 \leq 0} \mathbf{E} \| \psi(t_1) \|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 + \right. \\ & \quad \left. + \sup_{0 \leq t_1 \leq t} \mathbf{E} \| u(t_1) \|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 \right)^{\frac{1}{2}} < \infty. \end{aligned}$$

Звідки з імовірністю одиниця одержимо

$$\int_{\mathbf{R}^r} (\delta\varphi(t_1, z, x_0, \delta) + \psi(t_1, x_0, z)) | u(t_1 - \tau, z) | dz < \infty.$$

Згідно з локальною теоремою про диференційовність інтеграла за параметром, для функції (27) існує градієнт $\nabla_x g$ [4] та

$$\nabla_x \int_{\mathbf{R}^r} b(t, x, z) u(t - \tau, z) dz = \int_{\mathbf{R}^r} \nabla_x b(t, x, z) u(t - \tau, z) dz. \quad (31)$$

Залишилось довести, що

$$\nabla_x \int_{\mathbf{R}^r} b(t, \cdot, z) u(t - \tau, z) dz \in L_2(\mathbf{R}^r) . \quad (32)$$

З урахуванням (31), (17), нерівності Коші-Шварца, умов (18) та (14), виконуються співвідношення

$$\begin{aligned} & \mathbf{E} \int_{\mathbf{R}^r} \left| \nabla_x \int_{\mathbf{R}^r} b(t, x, z) u(t - \tau, z) dz \right|^2 dx = \\ & = \mathbf{E} \int_{\mathbf{R}^r} \left(\int_{\mathbf{R}^r} \nabla_x b(t, x, z) u(t - \tau, z) dz \right)^2 dx \leq \mathbf{E} \int_{\mathbf{R}^r} \left(\int_{\mathbf{R}^r} | \nabla_x b(t, x, z) u(t - \tau, z) | dz \right)^2 dx \leq \\ & \leq \sup_{0 \leq t_1 \leq t} \left(\int_{\mathbf{R}^r} \int_{\mathbf{R}^r} Z^2(t_1, x, z) dz dx \right) \left(\sup_{-\tau \leq t_1 \leq 0} \mathbf{E} \| \psi(t_1) \|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 + \sup_{0 \leq t_1 \leq t} \mathbf{E} \| u(t_1) \|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 \right) < \infty. \end{aligned}$$

Звідки отримуємо, що

$$\int_{\mathbf{R}^r} \left| \nabla_x \int_{\mathbf{R}^r} b(t_1, x, z) u(t_1 - \tau, z) dz \right|^2 dx < \infty.$$

Остаточно з (25) матимемо оцінку

$$\| I_2(s) \|_{\mathfrak{B}_{2,t}}^2 \leq Ct \mathbf{E} \int_0^t \int_{\mathbf{R}^r} \| D_x^2 \int_{\mathbf{R}^r} b(t_1, x, z) u(t_1 - \tau, z) dz \|^2 dx dt_1 \leq$$



$$\leq Ct^2 \sup_{0 \leq t_1 \leq t} \left(\int_{\mathbf{R}^r} \int_{\mathbf{R}^r} Z^2(t_1, x, z) dz dx \right) \left(\sup_{-\tau \leq t_1 \leq 0} \mathbf{E} \|\psi(t_1)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 + \sup_{0 \leq t_1 \leq t} \mathbf{E} \|u(t_1)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 \right) \leq C_2 < \infty. \quad (33)$$

Отримаємо оцінку для $I_3(s)$. Надалі під $\|\cdot\|$ будемо розуміти $\|\cdot\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}$. З урахуванням нерівності Коші-Шварца, теореми Фубіні [4] та умов (7), (14) отримуємо для норми $I_3(s)$ у просторі $\mathfrak{B}_{2,t}$ оцінку

$$\begin{aligned} \|I_3(s)\|_{\mathfrak{B}_{2,t}}^2 &= \sup_{0 \leq s \leq t} \mathbf{E} \|I_3(s)\|^2 \equiv \\ &= \sup_{0 \leq s \leq t} \mathbf{E} \left\| \int_0^t \sum_{n=1}^{\infty} \sqrt{\lambda_n} \left(\int_{\mathbf{R}^r} K(t-s, x-y) \sigma(s, u(s-\tau), y) e_n(y) dy \right) d\beta_n(s) \right\|^2 = \\ &\leq 2L^2 \left(\sum_{n=1}^{\infty} \lambda_n \right) \left(t + \tau \sup_{-\tau \leq y \leq 0} \mathbf{E} \|\psi(y)\|^2 + \mathbf{E} \int_0^t \|u(y)\|^2 dy \right) = C_3 < \infty. \end{aligned} \quad (34)$$

Оцінка інтеграла $I_4(s)$, що містить інтеграл за пуассоновою мірою, проводиться аналогічно до $I_2(s)$, оскільки інтеграл Скорохода має аналогічні до інтеграла Вінера-Іто відповідні властивості. Тому $\|I_4(s)\|_{\mathfrak{B}_{2,t}}^2 \leq C_4 < \infty$.

Об'єднавши п'ять вищевикладених оцінок для $I_i(s), i = 0, 1, 2, 3, 4$, одержимо для $u \in \mathfrak{B}_{2,t}$ нерівність

$$\|(\Psi u)(t)\|_{\mathfrak{B}_{2,t}}^2 \equiv \sup_{0 \leq s \leq t} \mathbf{E} \left\| \sum_{j=0}^4 I_j(t) \right\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 \leq 5 \sum_{j=0}^4 \|I_j(t)\|_{\mathfrak{B}_{2,t}}^2. \quad (35)$$

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 $\mathfrak{B}_{2,t}$ оцінку

$$\begin{aligned} \|I_1(s)(u) - I_1(s)(v)\|_{\mathfrak{B}_{2,t}}^2 &\equiv \sup_{0 \leq s \leq t} \mathbf{E} \|I_1(s)(u) - I_1(s)(v)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 \equiv \\ &\equiv \sup_{0 \leq s \leq t} \mathbf{E} \left\| \int_{\mathbf{R}^r} b(s, x, y) (u(s-\tau) - v(s-\tau)) dy \right\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 \leq \\ &\leq \left(\sup_{0 \leq s \leq t} \int_{\mathbf{R}^r} \int_{\mathbf{R}^r} b^2(s, x, y) dy dx \right) \|u - v\|_{\mathfrak{B}_{2,t}}^2. \end{aligned} \quad (36)$$

Аналогічно одержимо оцінку для різниці $I_2(s)(u) - I_2(s)(v)$ у просторі $\mathfrak{B}_{2,t}$:

$$\|I_2(s)(u) - I_2(s)(v)\|_{\mathfrak{B}_{2,t}}^2 \leq Ct^2 \sup_{0 \leq \tau \leq t} \left(\int_{\mathbf{R}^r} \int_{\mathbf{R}^r} Z^2(\tau, x, y) dy dx \right) \sup_{0 \leq \tau \leq t} \mathbf{E} \|u(\tau) - v(\tau)\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2. \quad (37)$$



Попередні міркування слід провести для оцінки різниці $I_3(s)(u) - I_3(s)(v)$, $I_4(s)(u) - I_4(s)(v)$ у просторі $\mathfrak{B}_{2,t}$, тоді одержимо

$$\begin{aligned} \|I_3(s)(u) - I_3(s)(v)\|_{\mathfrak{B}_{2,t}}^2 &\leq L^2 C \left(\sum_{n=1}^{\infty} \lambda_n \right) t \|u - v\|_{\mathfrak{B}_{2,t}}^2, \\ \|I_4(s)(u) - I_4(s)(v)\|_{\mathfrak{B}_{2,t}}^2 &\leq L^2 C \left(\sum_{n=1}^{\infty} \lambda_n \right) t \|u - v\|_{\mathfrak{B}_{2,t}}^2. \end{aligned} \quad (38)$$

Враховавши оцінки (35)-(38), одержимо

$$\|\Psi u - \Psi v\|_{\mathfrak{B}_{2,t}}^2 \equiv \sup_{0 \leq s \leq t} \mathbf{E} \left\| \sum_{j=0}^4 (I_j(s)(u) - I_j(s)(v)) \right\|_{L_2(\mathbf{R}^r)}^2 \leq \gamma(t) \|u - v\|_{\mathfrak{B}_{2,t}}^2, \quad (39)$$

$$\begin{aligned} \gamma(t) \equiv & 4 \left(\sup_{0 \leq s \leq t} \int_{\mathbf{R}^r} \int_{\mathbf{R}^r} b^2(s, x, y) dy dx + Ct^2 \sup_{0 \leq \tau \leq t} \int_{\mathbf{R}^r} \int_{\mathbf{R}^r} Z^2(\tau, x, y) dy dx + \right. \\ & \left. + \sup_{0 \leq s \leq t} \int_{\mathbf{Z}} \int_{\mathbf{R}^r} \int_{\mathbf{R}^r} c^2(s, x, y, z) \Pi(dz) dy dx + L^2 Ct^2 + L^2 C \left(\sum_{n=1}^{\infty} \lambda_n \right) t \right), \quad \{u, v\} \subset \mathfrak{B}_{2,t}. \end{aligned} \quad (40)$$

Згідно з (20), $K_5 < 1/4$, тобто перший доданок у $\gamma(t)$ (див. (40)) менший за 1. Для наступних трьох доданків можна зауважити, що за рахунок вибору $t_1 \in [0, T]$ їх сума може бути рівною $3/16$. Отже, $\gamma(t_1) \in (0, 1)$. Це означає, що оператор Ψ , визначений у просторі Банаха $\mathfrak{B}_{2,t_1}$, є стискаючим. А значить, згідно з теоремою Банаха [4] про стискаюче відображення, оператор Ψ має єдину фіксовану точку – м'який розв'язок $u \in \mathfrak{B}_{2,t_1}$ 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). У результаті розв'язок отримується як об'єднання розв'язків на малих інтервалах. Основне твердження доведено.

Висновок.

Дана стаття є узагальненням праць [9,10,13] і має теоретичне значення, оскільки вона доводить існування “м’якого розв’язку” НСДРПНТ. В окремих випадках подібні рівняння є математичними моделями реальних процесів, розгляд яких планується у подальших роботах.

Література

1. Андреева Е.А., Колмановский В.Б., Шайхет Л.Е. Управление системами с последствием. – М.: Наука, 1992. – 333 с.
2. Биллингсли П. Сходимость вероятностных мер. – М.: Наука, 1977. – 352 с.
3. Гихман И.И., Скороход А.В. Стохастические дифференциальные уравнения и их применение. – К.: Наук. думка, 1980. – 612 с.
4. Гихман И.И., Скороход А.В. Стохастические дифференциальные уравнения с частными производными. Сб. научн. тр. – К.: Ин-т математики АН УССР. – 1981. – С.25–59.



5. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа.– М.: Наука, 1976.–541 с.

6. Перун Г.М., Ясинский В.К. О стабилизации решений задачи Дирихле с разрывными траекториями и оператором Бесселя // Кибернетика и вычисл. математика.– 1991.– № 83.– С.19–25.

7. Перун Г.М., Ясинский В.К. Исследование задачи Коши для стохастических уравнений в частных производных // Укр. мат. журн.– 1993.– Т.45, № 9.– С.1773–1781.

8. Свердан М.Л., Ясинская Л.И., Ясинский В.К. Стабилизация решений стохастических линейных уравнений в частных производных при наличии пуассоновских возмущений // Кибернетика и вычислительная техника.– 1988.– №81.– С.7-12.

9. Станжицкий А.Н., Цуканова А.О. Существование и единственность решения задачи Коши для стохастического дифференциального уравнения реакции-диффузии нейтрального типа // Нелінійні коливання.– 2016.– 3, № 3.– С.408–430.

10. 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 // Буковинський математичний журнал.– 2016. – Т.4, № 3–4.– С.179–189.

11. Tessitore G., Zabczyk J. Invariant Measures for Stochastic Heat Equations // Probability and Mathematical Statistics.– 1998.– 18.– P.271–287.

12. Zabczyk J., Da Prato G. Ergodicity for Infinite Dimensional Systems // Dynamic Systems and Applications.– Cambridge University Press.– 1996.– 449 p.

13. Ясинський В.К., Юрченко І.В. Про існування розв'язку задачі Коші для нелінійного дифузійного стохастичного диференціально-різницевого рівняння нейтрального типу в частинних похідних з урахуванням випадкових зовнішніх збурень // Системні дослідження та інформаційні технології.– 2017.– №2.– С.103-114.

14. Ясинський В.К., Юрченко І.В. Про існування розв'язку задачі Коші для нелінійного стохастичного диференціально-різницевого рівняння нейтрального типу в частинних похідних // Кібернетика та системний аналіз.– 2021.– Т.57, №5.– С.108-119.

Abstract. The question of the existence of a solution of the Cauchy problem in the class of nonlinear stochastic differential-difference equations of neutral type in partial derivatives with respect to random external perturbations independent of the Wiener process is considered. Sufficient conditions are obtained for the coefficients of the nonlinear stochastic differential-difference equation of the neutral type, which guarantee the existence with probability of the unit of its solution.

Keywords: stochastic differential-difference equation, Wiener perturbations, Poisson switchings, existence of a solution.

Стаття відправлена: 11.04.2022 г.

© Юрченко І.В.



UDC УДК 528.48

USING OF LASER SCANNING IN GEODETIC HIGHWAYS SURVEYS

Arsenieva N. O.

c.t.s., as.prof.

ORCID: 0000-0002-6178-2558

Kharkiv National Automobile and Highway University,
st. Yaroslava Mudrogo, 25, 61002

Abstract. *In modern geodesy, laser scanning is a rapidly evolving technology that allows you to automate work processes, as well as provide the most accurate research results. Laser scanning systems have emerged relatively recently. Despite this, they quickly became popular. First of all, thanks to the minimal labor costs. If earlier these or those manipulations took several hours, now they are performed in a few minutes. All the obtained objects have a three-dimensional shape and the equipment is maximally automated.*

Synchronization with computer programs, which facilitates data processing and makes it more efficient. Carrying out measurements in those places where the presence of people is not recommended, or even life-threatening. High shooting speed. It reaches a million measurements per second. All of the above shows how effective the use of modern laser scanning.

Key words: *laser scanning, laser scanners, geodetic highways surveys, laser scanning technology.*

Introduction.

Like any other field of activity, geodesy does not stand still, using modern advances in science and technology. Undoubtedly, one of the innovative solutions for geodetic research was laser 3D scanning. This method of topographic surveying allows to obtain images of complex architectural and industrial objects, mine workings, quarries, etc. Laser scanning is an innovative technology for collecting spatial data for various objects using 3D scanners. This allows us to transfer physical objects to a digital model of the highest accuracy. It is used in such areas as architecture, construction, medicine, mining, construction of road infrastructure and linear objects, and in geodesy.

The modern development of design, construction and operation of engineering structures requires the introduction of three-dimensional design methods, which in turn require the use of the latest technologies and methods for performing engineering and geodetic surveys, which are responsible for the reliability and efficiency of determining three-dimensional geodetic data. The more accurately, more objectively and more fully the real state of the object is displayed, the more justified decisions are made by engineers and designers on the choice of methods aimed at achieving the set goals. Thus, the degree of erroneousness of the decision being made is minimized. One of the methods that meet these requirements is laser scanning.

Main text.

Technologies for conducting engineering surveys do not stand still. Market specialists believe that at present one of the fastest and most accurate methods for obtaining characteristics about a structure and the place where it will be or is already located is laser scanning. Laser scanning is understood as a technology for measuring



volumetric surfaces using special equipment - laser-type scanners. Unlike all the usual satellite and geodetic methods, their work is characterized by high measurement accuracy, similar speed and detail. Laser scanning has also found application in mine surveying, archeology, road infrastructure and geodesy. Laser scanning, despite the need to use relatively expensive equipment, is increasingly used in geodesy, design and construction of structures. The principle of laser scanning technology is to measure the distance from the scanner to the surface of an object and form point clouds with spatial coordinates based on this. Modern models of laser scanners allow you to shoot at a speed of more than a million points per second and with high accuracy. The result is a digital copy of the object, which allows you to use the received data to create drawings. It also allows you to create a digital model of an engineering structure. It enables the creation of three-dimensional digital visualization, with subsequent use in conjunction with BIM technologies, and this is the main advantage of laser scanning. Laser scanning is primarily a reduction in terms of work with an increase in accuracy. What is especially important when implementing new projects with precise geo-referencing.

Special 3D scanners are used for laser scanning. They produce up to a million measurements per second, so we get a cloud of points with spatial coordinates, which are the basis for obtaining 2 and three-dimensional models of the object. The obtained data are used for various measurements, analyzes and calculations. To date, there are 3 main types of laser scanners [1 – 3]:

1. pulse (TOF) scanners – calculate the distance as a function of the time of passage of the laser beam to the object under study and back;
2. phase scanners – a method of obtaining data based on determining the phase difference between the signals sent and received;
3. triangulation 3D-scanners – the principle of operation is based on the solution of a triangle, where the role of spatial points: the emitter, object and signal receiver.

Depending on the nature of field work and the object, there are 3 main methods:

- 1) ground-based laser scanning – is carried out stationary for the survey of complex industrial facilities, opencast mining, as well as architectural structures of historical and cultural value;
- 2) mobile laser scanning – used for surveying railways and highways, bridges and tunnels, as well as linear objects (pipelines, power lines, etc.). The essence of the method is that the scanner is installed in the car, which allows you to perform scanning in continuous motion;
- 3) aerial laser scanning – one of the types of aerial photography. The scanner is installed on the aircraft, which allows you to shoot under the treetops, as well as in densely populated areas.

In recent years, laser scanning in surveying and surveying has become very popular. After all, the main goal of engineering and geodetic research is to obtain the most accurate and fast result with the maximum level of detail. The main advantages of laser scanning [2 – 4]:

- three-dimensional model of the object is obtained in seconds, the accuracy of measurements is very high;



- data collection is carried out very quickly - optimization of field work, defects and deviations are simple – you only need to compare the resulting design with the design 3-dimensional model;
- safety of shooting dangerous and hard-to-reach objects;
- topographic plans are obtained through virtual survey;
- non-contact scanning method (remote sensing) allows you to easily work with architectural monuments.

In geodesy and surveying laser 3D-scanning is used for:

- ✓ conducting geodetic surveys;
- ✓ drawing up topographic plans;
- ✓ conducting executive survey – control of construction and installation works, detection of deviations in accordance with the design documentation;
- ✓ calculation of volumes of warehouses of loose materials, earthworks;
- ✓ control of stability of quarry boards, monitoring of landslide processes.

The most widely used terrestrial and mobile laser scanning, due to the versatility and simplicity of the method, variety and lower cost of equipment. It is most actively used in the survey and construction of engineering facilities (construction control, architectural supervision), mine surveying (calculation of volumes, regular measurements and surveys), and reconstruction of geometrically complex objects.

Terrestrial laser scanning differs significantly from other methods of collecting spatial information. Among the differences, we highlight three main ones [4, 5]:

- fully implements the principle of remote sensing, which allows collecting information about the object under study, being at a distance from it, i.e. there is no need to install any additional devices and fixtures (brands, reflectors, etc.) at the facility;

- in terms of the completeness and detail of the information received, none of the previously implemented methods can be compared with laser scanning, the density and accuracy of points determined on the surface of an object can be calculated in fractions of a millimeter;

- laser scanning is characterized by unsurpassed speed – up to several hundred thousand measurements per second.

The essence of the scanning technology is to determine the spatial coordinates of the points of the object. The process is implemented by measuring the distance to all determined points using a phase or pulsed reflectorless range finder. Measurements are made at a very high speed – thousands, hundreds of thousands, and sometimes millions of measurements per second. On the way to the object, the pulses of the scanner's laser range finder pass through a system consisting of a single movable mirror, which is responsible for the vertical shift of the beam. Horizontal displacement of the laser beam is performed by turning the upper part of the scanner relative to the lower one, which is rigidly attached to the tripod.

The mirror and top of the scanner are controlled by precision servomotors. Ultimately, it is they who ensure the accuracy of directing the laser beam to the object being photographed. Knowing the angle of the mirror and the upper part of the scanner at the time of observation and the measured distance, the processor calculates the coordinates of each point.



All control of the device operation is carried out using a laptop computer with a set of programs or using the control panel built into the scanner. The obtained point coordinates from the scanner are transferred to the computer and accumulated in the database of the computer or the scanner itself, creating a so-called point cloud. The scanner has a defined area of view, or in other words, a field of view. Preliminary aiming of the scanner at the objects under study occurs either with the help of a built-in digital camera or based on the results of a preliminary sparse scan. The image received by the digital camera is transmitted to the computer screen, and the operator performs visual control of the orientation of the device, highlighting the required scanning area.

Airborne laser scanning has the highest cost of equipment with significant risks of breakdowns. Therefore, it has not received much distribution yet.

The main technological task of a surveyor is to provide reliable and as complete information as possible about the position of an object in space and its geometric characteristics. The main type of equipment that allows you to collect a large amount of information in the shortest possible time is precisely laser scanning systems. They allow you to get a point cloud in which you can track a huge number of parameters of the object under study. The very technology of laser scanning opens up a number of new, previously inaccessible possibilities. This is primarily due to the more complete use of modern computer technology. The resulting point cloud or 3D model results can be quickly moved, scaled and rotated. There is a possibility of a virtual tour of the image with a record in a standard multimedia file for further display.

No other method can give such a complete idea of the object. At the same time, the specialist works not just with an image, but with a model that preserves the full geometric correspondence of the shapes and sizes of a real object. This state of affairs makes it possible to measure real distances between any points or elements of the model. Despite the exceptional novelty, the technology provides for the possibility of automatic or semi-automatic receipt of information and documents in the usual form for a highway - drawings of profiles, cross-sections, plans, diagrams. The ability to exchange via common graphic data formats makes it easy to integrate laser scanning technology into the scheme of already used software.

Summary and conclusions.

The article analyzed the laser scanning technology. The most suitable for road surveys can be considered the technology of terrestrial and mobile scanning. Thus, laser scanning makes the design process fast and practical. In addition, the cost of measuring work is reduced, and the quality of the project is radically improved. The human factor in laser scanning is minimized. The result of the measurements can be published in different formats. It can be further processed in computer programs. The introduction of laser scanning technology allows you to get a lot of advantages compared to traditional survey methods. Its main advantages are the high speed of measurements, the detail of shooting, as well as the completeness and accuracy of the results obtained. Due to its versatility and a high degree of automation of measurement processes, a laser scanner is not just a geodetic instrument, a laser scanner is a tool for quickly solving a wide range of applied engineering problems. It is safe to say that this technology opens up new opportunities for work and provides



the necessary information for the development of a modern method of three-dimensional design of objects.

References:

1. <https://ngc.com.ua/ua/info/lazernoye-skanirovaniye.html>
2. Shan J. and C.K. Toth, Eds., 2008. Topographic Laser Ranging And Scanning – Principles and Processing, CRC Press, Taylor & Francis Group, London 590 pp.
3. Babiy V. Features of application of mobile laser scanning for high-precision shooting of highways. Current issues and innovations: Mat-li International. scientific-practical conf. ECOGEOFORUM 2017, Ivano-Frankivsk, March 22–25, 2017, pp. 325–327.
4. Analysis of technological capabilities of modern ground-based laser scanners / I. Trevogo, A. Balandyuk, A. Grigorash // Modern achievements of geodetic science and production. 2010. Vip. And (19). Pp. 170–176.
5. Dorozhynsky OL Ground-based laser scanning in photogrammetry. Tutorial. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2014. 96 p.

Article sent: 19.05.2022

© Arsenieva N.O.



УДК 338.1

**SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACH TO DIAGNOSTICS
OF THE LEVEL OF THE CITY ECOLOGICAL SAFETY SYSTEM
НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДІАГНОСТИКИ РІВНЯ СИСТЕМИ
ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ МІСТА**

Tarasevich E.V. / Тарасевич О.В.*d.e.s., as.prof. / д.е.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-6016-3608

Zhylynska L.A. / Жилинська Л.О.*d.e.s., as.prof. / д.е.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-7524-4507

*State Organization "V. Mamutov Institute of Economic and
Legal Research of NAS of Ukraine", Kyiv Maria Kapnist str. 2, 03057
Державна установа «Інститут економіко-правових досліджень
імені В.К. Мамутова НАН України», Київ, вул. Марії Капніст 2, 03057*

Анотація. В роботі визначено, що для реалізації державної екологічної політики необхідно прийняття нових методів щодо діагностики рівня екологічної безпеки міст для запровадження нових проєктів і програм екологічного розвитку регіонів. Запропоновано науково-методичний підхід діагностики рівня системи екологічної безпеки міста. Методика системно-структурного аналізу запропонованого підходу відображає поєднання: галузевого (охорона навколишнього середовища, благоустрій, поводження з відходами, місторегулювання та раціональне використання міської території), функціонального (планування, організація (координація), фінансування, контроль), інституційного (державна – органи місцевого самоврядування – населення – бізнес) та ситуаційного (врахування надзвичайних та кризових умов) підходу. Запропонований підхід діагностики рівня системи екологічної безпеки міста надає змогу спрогнозувати та обґрунтувати стратегічні сценарії розвитку системи екологічної безпеки міст України.

Ключові слова: екологія, охорона, середовище, система, підхід, діагностика

Вступ.

Сучасний стан екологічної системи України, чинники впливу деяких галузей промислового виробництва зумовлюють необхідність спрямовувати зусилля держави в напрямі забезпечення відповідного рівня екологічної безпеки країни та реалізувати відповідну державну екологічну політику зосереджену на вирішенні проблем охорони довкілля та запобігання виникненню екологічних загроз. Базовою передумовою прийняття ефективних управлінських рішень є проведення ґрунтовного аналізу й оцінювання процесів щодо охорони довкілля.

Несприятливий стан навколишнього середовища й необхідність формування та реалізації державної екологічної політики вимагають прийняття нових методів щодо діагностики рівня екологічної безпеки міст для запровадження проєктів і програм екологічного розвитку регіонів, формування та розвитку «зеленої» економіки й регіональних екологічних кластерів.

З огляду на це особливої актуальності у зв'язку із введенням в Україні воєнного стану відповідно до статті 121 Закону України “Про правовий режим воєнного стану”, Указу Президента України від 24 лютого 2022 р. №64 “Про введення воєнного стану в Україні” набувають визначення механізмів та



інструментів управління у сфері формування й реалізації екологічної політики щодо модернізації екологічної безпеки міст України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням щодо визначення ролі України в забезпеченні необхідного рівня екологічної безпеки, розробці концептуальних положень та пріоритетних напрямків модернізації системи екологічної безпеки міст та регіонів присвячено достатня кількість праць провідних вчених та науковців, а саме: О.М. Алімова, В.М. Геєця, М.І. Долішної, А.Б. Качинського, А.В. Степаненко, М.А. Хвесика, О.І. Фурдичко та інших, а також зарубіжними науковцями висвітлено в працях проблеми впровадження інновацій в процеси модернізації системи екологічної безпеки: Р. Буш., Дж.Нельсон, Р. Коуз, В.Мітчелл, Д. Норт та багатьма іншими.

Однак, попри високий рівень наукової розробленості різних аспектів щодо діагностики рівня системи екологічної безпеки міст є мало висвітленими.

Постановка проблеми. Метою статті є необхідність розробки принципово нових поглядів щодо науково-методичного підходу діагностики рівня системи екологічної безпеки міст в умовах сталого розвитку.

Результати дослідження.

Вивченням процесів теорії модернізації екологічної безпеки приділено увагу у роботах Е.Гідденса та У Бека [1] автори зазначають, що екологічні фактори і ризики це наслідники виробничої, економічної, політичної, культурної діяльності сучасного суспільства. Глобалізація сприяє розповсюдженню екологічної модернізації.

На цей час аналіз рівня системи екологічної безпеки міст та регіонів здійснюється шляхом існуючих методик оцінки глобальної конкурентоспроможності Всесвітнього економічного форуму [2], а також за показниками екологічної і природо-техногенної безпеки виходячи з інформації, яку наведено Державною службою статистики України, Євростату, Держводгоспу та інших статистичних обстежень.

Аналіз методик [2,3,4], праць зарубіжних фахівців та провідних науковців Національної академії наук України [5,6,7,8,9] виявив, що вони поєднують у собі слабкі сторони інформаційного забезпечення, не завжди точно оцінюють наявний еколого-економічний ризик, враховують велику кількість показників та індексів, а також залучення до проведення оцінки експертів, думка яких є суб'єктивною оцінкою фахівця, що значно ускладнює оцінювання рівня екологічної безпеки.

На нашу думку, розробка інтегрального показника, який об'єднає у собі галузевий, функціональний, інституційний та ситуаційний підхід надасть можливість максимально оцінити об'єкт дослідження його закономірності, міжрегіональні особливості, а також отримати цілісну характеристику системи екологічної безпеки міста.

Таким чином, нами пропонується аналіз системи екологічної безпеки міста проводити на підставі поєднання:

1. Галузевого (охорона навколишнього середовища, благоустрій, поводження з відходами, місторегулювання та раціональне використання міської території) підходу. Нами пропонується, для діагностики системи



екологічної безпеки міста галузевий аспект виразити кортежем параметрів:

$$Br = f(EnPr, Land, Wm, UpUm) \quad (1)$$

де *EnPr* (environmental protection) - коефіцієнт місцевого фонду на охорону навколишнього середовища;

Land (landscaping) - коефіцієнт місцевого фонду на благоустрій;

Wm (waste management) - коефіцієнт місцевого фонду на видатки поводження з відходами;

UpUm (urban planning and urban management) - коефіцієнт місцевого фонду на видатки з місторегулювання та раціонального використання міської території.

2. Функціонального (планування, організація (координація), фінансування, контроль) підходу. Нами пропонується, для діагностики системи екологічної безпеки міста функціональний аспект виразити кортежем параметрів:

$$Func = f(Pl, Or, Fin, Cont) \quad (2)$$

де *Pl* (planning) - коефіцієнт місцевого фонду на планування усіх заходів модернізації екологічної безпеки міста;

Or (organization (coordination) - коефіцієнт місцевого фонду на організацію (координацію) усіх заходів модернізації екологічної безпеки міста;

Fin (financing) - коефіцієнт місцевого фонду на фінансування усіх заходів модернізації екологічної безпеки міста;

Cont (control) - коефіцієнт місцевого фонду на контроль усіх заходів модернізації екологічної безпеки міста.

3. Інституційного (державна – органи місцевого самоврядування – населення – бізнес) підходу. Нами пропонується, для діагностики системи екологічної безпеки міста інституційний аспект виразити кортежем параметрів:

$$Inst = f(St, Lg, Pop, Bus) \quad (3)$$

де *St* (state) - коефіцієнт обсягу загального фонду державного бюджету на охорону навколишнього середовища;

Lg (local governments) - коефіцієнт обсягу загального фонду у бюджеті органів місцевого самоврядування на охорону навколишнього середовища;

Pop (population) – коефіцієнт обсягу загального фонду платників податків (населення) на охорону навколишнього середовища;

Bus (business) - коефіцієнт обсягу загального фонду платників податків (бізнес) на охорону навколишнього середовища

4. Ситуаційного (врахування надзвичайних та кризових умов) підходу. Нами пропонується, для діагностики системи екологічної безпеки міста ситуаційний аспект виразити кортежем параметрів:

$$Situa = f(Ec, Cc) \quad (4)$$

де *Ec* (emergency conditions) - коефіцієнт врахування настання надзвичайних умов;

Cc (crisis conditions) - коефіцієнт врахування настання кризових умов.

Показники ситуаційного підходу пропонується розраховувати методом динамічного аналізу, що передбачає здійснення оцінки темпів економічного зростання основних макроекономічних показників країни, враховуючи динаміку їхньої зміни.



Інтегральний показник рівня системи екологічної безпеки міста нами пропонується розраховувати, як:

$$I_{esc} = I_{Br}W_{Br} + I_{Func}W_{Func} + I_{Inst}W_{Inst} + I_{Situa}W_{Situa} \quad (5)$$

де I_{Br} , I_{Func} , I_{Inst} , I_{Situa} – інтегральний показник галузевого, функціонального, інституційного та ситуаційного аспектів; W_{Br} , W_{Func} , W_{Inst} , W_{Situa} – вагові коефіцієнти.

Для визначення показника у числовому значенні пропонується використати шкалу бажаності Харрінгтона.

За результатами дослідження етапи здійснення діагностики рівня системи екологічної безпеки міста можна представити на рис.1.

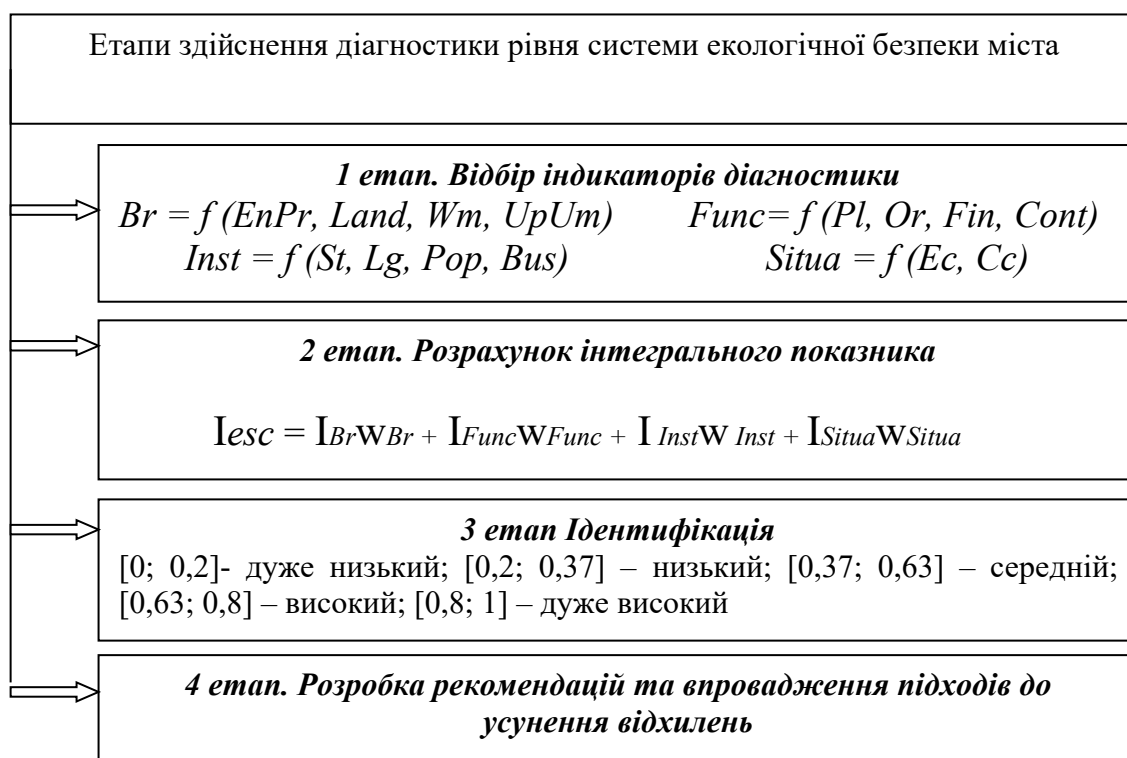


Рис.1. Етапи здійснення діагностики рівня системи екологічної безпеки міста (Джерело: складено автором)

Висновки.

У статті було проведено аналіз існуючих методик оцінки системи екологічної безпеки міст та регіонів, виявлено існуючі недоліки методів діагностики.

На основі аналізу було запропоновано науково-методичний підхід діагностики рівня системи екологічної безпеки міста - методика системно-структурного аналізу якого відображає поєднання: галузевого (охорона навколишнього середовища, благоустрій, поводження з відходами, місторегулювання та раціональне використання міської території), функціонального (планування, організація (координація), фінансування, контроль), інституційного (державна – органи місцевого самоврядування – населення – бізнес) та ситуаційного (врахування надзвичайних та кризових умов) підходу. Запропонований підхід діагностики рівня системи екологічної



безпеки міста надає змогу спрогнозувати та обґрунтувати стратегічні сценарії розвитку системи екологічної безпеки міста.

Література:

1. Beck U., Giddens A., Lash S. (eds.) *Reflexive Modernization Policy*. Cambridge : Polity Press, 1994.
2. The Global Competitiveness Report 2011-2012. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GCR_Report_2011-12.pdf (daten of the beast: 10.06.2018 year).
3. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 15.04.2022).
4. Закону України Про основні засади (стратегія) державної екологічної політики України на період до 2030 року від 28 лютого 2019 року № 2697-VIII URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення: 15.04.2022).
5. Карпатський регіон: актуальні проблеми та перспективи розвитку: у 8 т.: монографія / Ін-т регіон. досліджень НАН України; наук. ред. В.С. Кравців.; відп. ред. В.С. Кравців. Львів, 2013. Т. 1: Екологічна безпека та природноресурсний потенціал. 336 с. (Серія «Проблеми регіонального розвитку»).
6. Данилишин Б. Природно-техногенні катастрофи: проблеми економічного аналізу та управління. Київ: НІЧЛАВА, 2001. 260 с.
7. Хвесик М., Голян В. Інституціональна модель природокористування в умовах глобальних викликів : монографія / Рада по вивченню продукт. сил України НАН України. Київ: Кондор, 2007. 480 с.
8. Інституціоналізація природно-ресурсних відносин: колект. моногр. / Хвесик М. А. та ін.; за заг. ред. акад. НААН України, д-ра екон. наук, проф. Хвесика М. А.; Нац. акад. наук України, ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України». Київ: ІЕПСР НАНУ, 2012. 398 с.
9. Національна парадигма сталого розвитку України / за заг. ред. акад. НАН України, д.т.н., проф., заслуженого діяча науки і техніки України Б.Є. Патона. Вид. 2-ге, перероб. і допов. Київ: ІЕПСР НАНУ, 2016. 72 с.
10. Тарасевич О.В., Жилінська Л.О. Дослідження екологічної безпеки міста як чинник забезпечення відкритості та прозорості інформації. *Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference SCIENCE AND PRACTICE: IMPLEMENTATION TO MODERN SOCIETY MANCHESTER, GREAT BRITAIN 4-5.06.2021* . Pp.32-35.
11. Жилінська Л.О. *Теорія, методологія та практика управління розвитком промислових підприємств* : монографія. Маріуполь : ДВНЗ «ПДТУ», 2015. 328 с.

References

1. Beck U., Giddens A., Lash S. (1994), *Reflexive Modernization Policy*. Cambridge : Polity Press. England.



2. The Global Competitiveness Report 2011-2012. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GCR_Report_2011-12.pdf (date of the beast: 10.06.2018 year).
3. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (Accessed: 15.04.2022).
4. Zakonu Ukrainy Pro osnovni zasady (strategii) derzhavnoi ekolohichnoi polityky Ukrainy na period do 2030 roku vid 28 liutoho 2019 roku № 2697-VIII URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (data zvernennia: 15.04.2022).
5. Kravtsiv V.S. (nauk. red.) (2013) *Karpats'kyj rehion: aktual'ni problemy ta perspektyvy rozvytku*: [Carpathian region: current issues and prospects for development] u 8 t.: monohrafiia. Ekolohichna bezpeka ta pryrodnoresursnyj potentsial. (Seriia «Problemy rehional'noho rozvytku»). Kyiv, Ukraine.
6. Danylyshyn B. (2001) *Pryrodno-tekhnohenni katastrofy: problemy ekonomichnoho analizu ta upravlinnia* [Natural and man-made disasters: problems of economic analysis and management]. NICH LAVA, Kyiv, Ukraine.
7. Khvesyuk M., Holian V. (2007) *Instytutsional'na model' pryrodokorystuvannia v umovakh hlobal'nykh vyklykiv* [Institutional model of nature management in the context of global challenges]. Rada po vyvchenniu produkt. syl Ukrainy NAN Ukrainy. Kondor, Kyiv, Ukraine.
8. Khvesyuk M. A. (zah. red) ta in. (2012) *Instytutsionalizatsiia pryrodno-resursnykh vidnosyn* .[Institutionalization of natural resource relations] Nats. akad. nauk Ukrainy, DU «Instytut ekonomiky pryrodokorystuvannia ta staloho rozvytku NAN Ukrainy». IEPSR NANU, Kyiv, Ukraine.
9. Paton B.Ye. *Natsional'na paradyhma staloho rozvytku Ukrainy* (2016) [National paradigm of sustainable development of Ukraine] IEPSR NANU, Kyiv, Ukraine.
10. Tarasevych O.V. Zhylins'ka L.O. (2021). Doslidzhennia ekolohichnoi bezpeky mista iak chynnyk zabezpechennia vidkrytosti ta prozorosti informatsii. Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference SCIENCE AND PRACTICE: IMPLEMENTATION TO MODERN SOCIETY MANCHESTER, GREAT BRITAIN 4-5.06. Rr.32-35.
11. Zhylins'ka L.O. Teoriia, metodolohiia ta praktyka upravlinnia rozvytkom promyslovykh pidpriemstv : monohrafiia. Mariupol': DVNZ «PDTU», 2015. 328 s.

Abstract. The paper identifies that the implementation of state environmental policy requires the adoption of new methods for diagnosing the level of environmental safety of cities to implement new projects and programs for environmental development of regions. The scientific and methodical approach of diagnostics of level of system of ecological safety of the city is offered. The methodology of system-structural analysis of the proposed approach reflects a combination of: sectoral (environmental protection, landscaping, waste management, urban planning and urban use), functional (planning, organization (coordination), financing, control), institutional (state - local authorities) self-government - population - business) and situational (accounting for emergency and crisis conditions) approach. The offered approach of diagnostics of level of system of ecological safety of the city allows to predict and substantiate strategic scenarios of development of system of ecological safety of cities of Ukraine.

Key words: ecology, protection, environment, system, approach, diagnostics

Статья отправлена: 20.04.2022 г.
© Тарасевич О.В., Жилінська Л.О.



УДК 546.185:542.91:47'46

TWO DIRECTIONS OF FORMATION OF SOLID SOLUTION OF ANHYDROUS COBALT(II) AND ZINC DIPHOSPHATES**ДВА НАПРЯМИ УТВОРЕННЯ ТВЕРДОГО РОЗЧИНУ БЕЗВОДНИХ КОБАЛЬТУ(II) І ЦИНКУ ДИФОСФАТІВ****Antraptseva N.M. / Антрапцева Н.М.***d.c.s., prof. / д.х.н., проф.***Filkin I.I. / Фількін І.І.***student / студент**National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,**Kyiv, Geroev Oboroni, 15**Національний університет біоресурсів і природокористування України,**Київ, Героїв Оборони, 15, 03041***Bila G.N. / Біла Г.М.***c.s.s., as.prof. / к.х.н., доц.**National University of Food Technologies, Kyiv, Volodymyrska str., 68, 01601**Національний університет харчових технологій,**Київ, вул. Володимирська, 68, 01601*

Анотація. Визначено склад, температурні інтервали утворення і термічної стабільності продуктів термообробки твердого розчину загальної формули $\text{Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ($0 < x \leq 0.39$). Конкретизовано вплив на них природи катіона. Ідентифіковано кінцевий продукт термообробки – твердий розчин безводних дифосфатів складу $\alpha\text{-Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7$ ($0 < x \leq 0.39$). Показано, що утворення його відбувається одночасно за двома напрямками. Перший з них реалізується на 69 – 62% внаслідок дегідратації вихідного кристалогідрату. Відповідно до другого, 31 – 38% $\alpha\text{-Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7$ ($0 < x \leq 0.39$) утворюється завдяки твердофазній взаємодії проміжних продуктів зневоднення. Запропоновано послідовність термічних і структурних перетворень, що супроводжують утворення твердого розчину безводних кобальту(II) і цинку дифосфатів складу $\alpha\text{-Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7$ ($0 < x \leq 0.39$).

Ключові слова: безводні дифосфати, твердий розчин, напрямок, утворення.

Вступ.

Відповідно до сучасних уявлень про природу і стан води в кристалогідратах, молекули води, що входять в їх кристалічну решітку, не є нейтральними структурними елементами [1]. Вони, залежно від механізму видалення, здатні приймати участь у твердофазному гідролізі солі, реалізація якого спричинює значні ускладнення перебігу фізико-хімічних і структурних термічних перетворень кристалогідратів, зокрема феномен поліконденсації фосфатного аніона. В існуючій на сьогодні моделі термічної поведінки кристалогідратів неорганічних фосфатів ще не знайшли однозначного пояснення питання взаємозв'язку механізму видалення води, що міститься в структурі гідрату, та глибини реалізації його твердофазного гідролізу. Дані про механізми видалення води під час зневоднення твердого розчину гідратованих дифосфатів Co(II) і Zn в літературі відсутні.

Мета даної роботи – дослідити термічну дегідратацію твердого розчину дифосфатів Co(II) і Zn гексагідратів, визначити склад продуктів часткового і повного зневоднення та механізм видалення води.



Методика експерименту.

Твердий розчин дифосфатів загальної формули $\text{Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ($0 < x \leq 0.39$) одержували осадженням в системі $\text{CoSO}_4 - \text{ZnSO}_4 - \text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7 - \text{H}_2\text{O}$ аналогічно описаному в [2]. В якості основного об'єкту дослідження використовували насичений твердий розчин складу $\text{Co}_{1.61}\text{Zn}_{0.39}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Зневоднення досліджували в інтервалі 298 – 1200 К в умовах динамічного режиму нагрівання (деріватограф Q-1500D). Методична частина роботи відповідає наведеному в [3].

Результати та їх обговорення.

Відповідно до результатів термоаналітичних досліджень, нагрівання дифосфату $\text{Co}_{1.61}\text{Zn}_{0.39}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ реєструються на кривій ДТА тепловими ефектами в інтервалах 358 – 513 і 558 – 698 К. Перша стадія зневоднення описується двома ендотермічними ефектами з максимумами при 443 К і 465 К. Друга – ендотермічним ефектом неправильної форми, який є наслідком накладання двох теплових ефектів з максимумами процесів при 613 і 633 К. На кривій ТГ втрати маси реєструються двома основними ступенями, що відповідають видаленню 4.23 і 1.63 моль H_2O . Закінчується зневоднення дифосфату видаленням остаточних 0.14 моль H_2O в інтервалі 698 – 843 К.

Аналіз продуктів зневоднення, одержаних нагріванням $\text{Co}_{1.61}\text{Zn}_{0.39}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ до 463 і 513 К, свідчить про те, що видалення 3.95 і 0.28 моль H_2O супроводжується утворенням суміші дифосфатів меншої гідратності. Один з них ідентифікований за рентгенометричними характеристиками як дигідрат складу $\text{Co}_{1.61}\text{Zn}_{0.39}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. В ІЧ спектрі його утворення співвідноситься із зменшенням з 6 до 3 кількості смуг поглинання валентних коливань ОН-груп молекул води та зникненням смуги $\delta(\text{H}_2\text{O})$ 1655 cm^{-1} (рис.).

В області коливань $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ -аніона зміни спостерігаються в діапазоні валентних коливань місткового зв'язку $\text{P} - \text{O} - \text{P}$ ($720 - 930 \text{ cm}^{-1}$): зникає смуга $\nu_{\text{as}}(\text{POP})$ 872 cm^{-1} , смуга 827 cm^{-1} перетворюється на плече 816 cm^{-1} , синглетна смуга $\nu_{\text{s}}(\text{POP})$ 740 cm^{-1} перетворюється на дублет 787 і 725 cm^{-1} . Це свідчить про присутність в твердій фазі крім $\text{Co}_{1.61}\text{Zn}_{0.39}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ іншого дифосфату, ідентифікованого як гексагідрат складу $\text{Co}_{1.61}\text{Zn}_{0.39}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Встановлені перебудови відбуваються із збереженням кристалічної структури вихідного кристалогідрату і свідчать про те, що кристалогідратна вода при нагріванні $\text{Co}_{1.61}\text{Zn}_{0.39}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в інтервалі 358 – 513 К видаляється у вигляді молекулярної одиниці (молекулярний механізм).

Особливістю другої стадії зневоднення $\text{Co}_{1.61}\text{Zn}_{0.39}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, як показали результати хроматографічного аналізу продуктів, одержаних за 558 К (табл.), є реалізація одночасно двох процесів:

- деструкції дифосфатного аніону (вміст монофосфату зростає до 6.8 % мас., дифосфату - зменшується до 11.6 % мас.; ступінь перетворення дифосфату становить 38 %);
- аніонної конденсації (утворюються фосфати ступінь поліконденсації (n), яких становить 4.

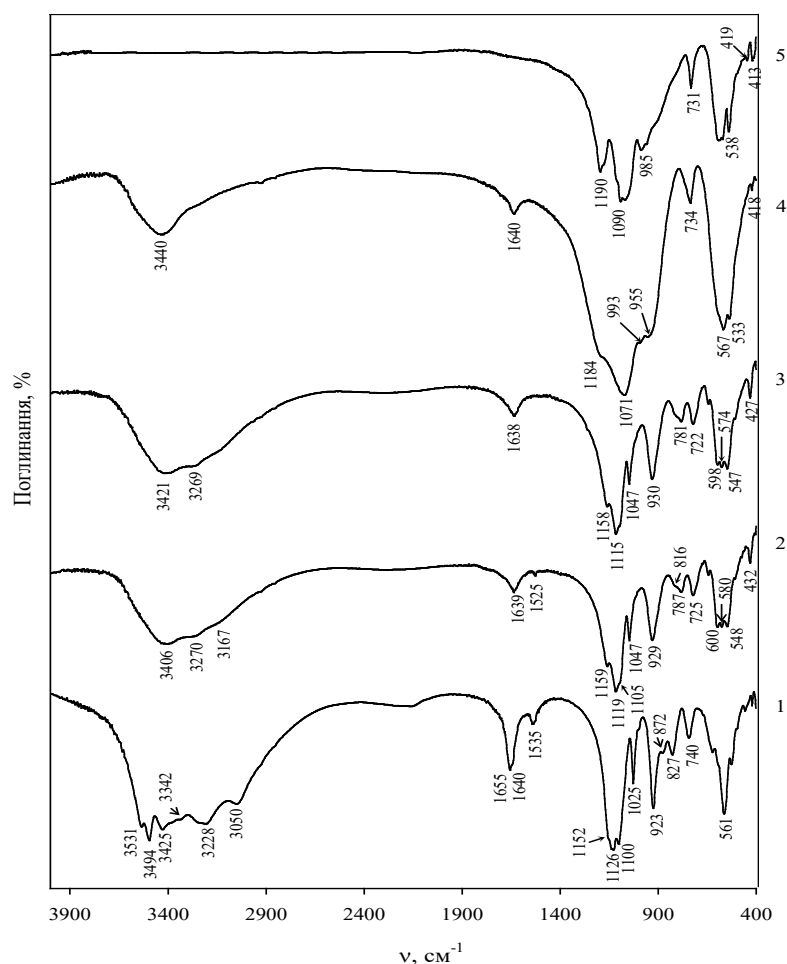


Рисунок – ІЧ спектри продуктів термічної дегідратації $\text{Co}_{1.61}\text{Zn}_{0.39}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, одержаних при 358 (1), 463 – 513 (2), 558 (3), 698 (4), 843 – 1273 К (5)

Таблиця - Аніонний склад продуктів часткового і повного зневоднення $\text{Co}_{1.61}\text{Zn}_{0.39}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Темпера- тура, К	Втрати маси, моль H_2O	$\text{P}_{\text{заг.}},$ % мас.	Вміст фосфору, % мас., у вигляді						
			моно-	ди-	три-	тетра-	пента-	гекса-	гепта- фосфату
358	-	15.42	0.6*	14.8	-	-	-	-	-
463	3.95	18.74	1.5*	17.2	-	-	-	-	-
513	4.23	19.03	2.7	16.3	-	-	-	-	-
558	4.36	19.17	6.8	11.6	0.4	0.2	-	-	-
633	5.45	20.41	5.3	13.2	1.0	0.4	0.3	< 0.1	< 0.1
698	5.86	20.92	3.8	17.1	< 0.1	-	-	-	-
843-1273	6.00	21.10	1.3*	19.8	-	-	-	-	-

Авторська розробка

Встановлені перетворення свідчать про те, що вода в інтервалі 513 – 558 К видаляється за дисоціативним механізмом, приймаючи участь у



внутрішньомолекулярному гідролізі солі. Моно- і поліфосфати, що утворюються внаслідок його реалізації, рентгеноаморфні. Дифракційні відображення, що реєструються на рентгенограмах, характеризують наявність однієї кристалічної фази – дигідрату складу $\text{Co}_{1.61}\text{Zn}_{0.39}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Зміни, зафіксовані в ІЧ спектрах, стосуються лише коливань молекул води, загальна інтенсивність смуг яких продовжує зменшуватися: зникають широка смуга $\nu(\text{OH})$ 3167 cm^{-1} та слабка смуга $\delta(\text{H}_2\text{O})$ 1525 cm^{-1} (рис.).

Нагрівання $\text{Co}_{1.61}\text{Zn}_{0.39}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ до 633 К супроводжується ще більш складними структурними перебудовами в складі проміжних продуктах зневоднення, які за цих умов стають повністю рентгеноаморфними. Результати аналізу їх аніонного складу вказують на поглиблення процесів аніонної конденсації і утворення поліфосфатів, ступінь поліконденсації яких сягає 7; ступінь деструкції дифосфатного аніону при цьому зменшується до 32 %.

За подальшого видалення води (сумарні втрати маси при 698 К відповідають 5.86 моль H_2O) аніонний склад продуктів часткового зневоднення спрощується: кількість моно- і трифосфату зменшується, вміст дифосфату зростає, висококонденсовані фосфати з $\bar{n} = 4 - 7$ не фіксуються (табл.).

Зміни, що відбуваються в складі проміжних продуктів зневоднення $\text{Co}_{1.61}\text{Zn}_{0.39}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в інтервалі 633 – 698 К, свідчать про їх безпосередню участь у твердофазних взаємодіях з утворенням кінцевого продукту зневоднення – безводного дифосфату кобальту(II)-цинку.

В ІЧ спектрах ці перетворення фіксуються змінами в області коливань аніонної підрешітки: спостерігається смуга $\nu_{\text{as}}(\text{PO}_3)$ 1071 cm^{-1} з плечами 1184, 993, 955 cm^{-1} , дублет $\nu_{\text{s}}(\text{POR})$ 781 і 722 cm^{-1} перетворюється на синглетну смугу $\nu_{\text{s}}(\text{POR})$ 734 cm^{-1} (рис.). Висока частота та інтенсивність смуги $\nu_{\text{s}}(\text{POR})$ свідчить про те, що кут POR в дифосфатному аніоні, що утворюється, не перевищує 150 – 160°. Такий характер спектру дозволяє інтерпретувати його як спектр $\alpha\text{-Co}_{1.61}\text{Zn}_{0.39}\text{P}_2\text{O}_7$, дифосфатний аніон якого має нецентросиметричну будову.

Формування кристалічної структури безводного α -дифосфату закінчується при 843 К – температурі повного зневоднення $\text{Co}_{1.61}\text{Zn}_{0.39}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Кристалізується $\alpha\text{-Co}_{1.61}\text{Zn}_{0.39}\text{P}_2\text{O}_7$ в моноклінній сингонії (пр. гр. $P21/c$, $Z = 8$) з параметрами елементарної комірки, які складають нм: $a = 0.6999$, $b = 0.8337$, $c = 0.9003$, $V = 0.4813\text{ nm}^3$.

Висновки.

Досліджено напрями утворення твердого розчину безводних кобальту(II) і цинку дифосфатів складу $\alpha\text{-Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7$ ($0 < x \leq 0.39$) зневодненням кристалогідратів загальної формули $\text{Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $0 < x \leq 0.39$.

Визначено, що формування його кристалічної структури, відбувається внаслідок складних твердофазних перетворень за двома напрямками, які супроводжуються різними механізмами видаленням кристалогідратної води.

Перший напрямок реалізується на 69 – 62 % і передбачає утворення $\alpha\text{-Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7$ внаслідок молекулярного механізму видалення кристалогідратної води. Відповідно до другого, внесок якого становить 31 – 38 %, утворення $\alpha\text{-Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7$ відбувається як результат видалення води за дисоціативним механізмом.



Література:

1. Acton A.Q. Phosphates – advances in research and application / A. Q. Acton. – Atlanta, Georgia : Scholarly Editions, 2013. – 374 p.
2. Антрапцева Н.М. Об условиях синтеза твердого раствора $\text{Zn}_{2-x}\text{Co}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ / Н.М. Антрапцева, Н.В. Ткачева // Вопросы химии и химической технологии. – 2007. – № 6. – С. 7–12.
3. Антрапцева Н.М. Синтез и термические свойства $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ / Н.М. Антрапцева, Н.В. Ткачева // Журнал прикладной химии. – 2009. – Т.82, № 7. – С. 1153–1159.

Abstract. The composition, temperature ranges of formation and thermal stability of the heat treatment products of a solid solution with the general formula $\text{Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ($0 < x \leq 0.39$) were determined. The cation nature effect on them was concretized. The end of heat treatment product - solid solution of anhydrous diphosphates with composition $\alpha\text{-Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7$ ($0 < x \leq 0.39$) was identified. It was shown, that its formation is realized on two directions. The first of them is realized by 69 - 62% due to dehydration initial crystallohydrate. According to the second direction, 31 - 38% $\alpha\text{-Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7$ ($0 < x \leq 0.39$) is formed through solid phase reaction of the intermediate dehydration products. The sequence of thermal and structural transformations accompanying the formation of a solid solution of anhydrous diphosphates of $\alpha\text{-Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7$ ($0 < x \leq 0.39$) composition ($0 < x \leq 0.39$) was proposed.

Keywords: anhydrous diphosphates, solid solution, directions.

Стаття відправлена: 18.05.2022 р.

© Антрапцева Н.М., Фількін І.І., Біла Г.М.



УДК 618

**PATHOGENESIS, CLINICS AND METHODS OF THERAPY
OF GESTATION DIABETES****ПАТОГЕНЕЗ, КЛІНІКА ТА МЕТОДИКА ТЕРАПІЇ УСКОЛАДНЕНЬ ГЕСТАЦІЙНОГО
ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ****Tishkov O.V. / Тішков О.В.***student / студент**Dnipro State Medical University,**Dnipro, Vladimir Vernadskiy, 9, 49044**Дніпровський державний медичний університет**Дніпро, вул. Володимира Вернадського, 9, 49044*

Анотація. Робота присвячена проблемам лікування цукрового діабету у вагітних, як однієї з найпоширеніших ендокринних патологій, що має негативну тенденцію до зростання. У статті досліджуються механізми виникнення і розвитку гестаційного цукрового діабету у вагітних, дається ґрунтовний аналіз змін та ускладнень, що розвиваються внаслідок гестаційного цукрового діабету. Наводиться огляд та систематизація методів лікування ускладнень гестаційного цукрового діабету, акцентовано увагу на необхідності застосування комплексного підходу під час терапії.

Ключові слова: вагітність, гестаційний цукровий діабет, ендокринні патології, діабетична нефропатія, артеріальна гіпертензія, кетоацидоз, патогенез, терапія ускладнень.

Вступ.

Одним з найважливіших напрямів, які на початку двохтисячних років визначала ООН, було завдання по зниженню материнської смертності у цілому. Зокрема, велику частку серед причин, що призводили до смертності, займала погана ознайомленість жінок з приводу правильного поводження під час вагітності, а саме: регулярність відвідування лікаря, погані звички під час вагітності, недотримання правил харчування, виконання необхідних фізичних навантажень тощо. Оглядаючи тенденцію змін протягом останніх 20-ти років, можна з упевненістю сказати, що обізнаність вагітних дійсно зросла. Але з іншого боку, через високий стрибок у розвитку цивілізації деякі аспекти навпаки стали погіршуватись. Так, недостатнє фізичне навантаження, нездорове харчування, а також ускладнення екологічної ситуації почали приводити до розвитку ожиріння та інших проблем зі здоров'ям вагітних. Із упевненістю можна сказати, що у результаті впливу цих чинників значно зросла частота саме ендокринних патологій, які почали складати 6-10% від загальної кількості екстрагенітальних патологій.

Мета статті.

Метою статті є дослідження гестаційного цукрового діабету, механізмів виникнення і розвитку його ускладнень та систематизація методів їх лікування.

Основна частина.

Особливе місце серед порушень ендокринної функції у вагітних займає саме цукровий діабет (далі – ЦД), на який припадає третина усіх патологій. ЦД є однією з найбільш складних і актуальних проблем як у світі, так і в акушерстві. За даними ВООЗ, ще у 2012 році діагноз ЦД був встановлений у



285 млн населення, а за прогнозами експертів, у 2030 році даний показник буде становити вже 450 млн. Близько 1 % жінок дітородного віку страждають на діабет ще до вагітності, і у 2-17 % він розвивається під час вагітності (гестаційний діабет). В останні роки поширеність гестаційного ЦД у низці країн Європи досягла 20,7 %. Прогнозується, що до 2030 року гестаційний ЦД буде спостерігатися у 49,3 % жінок. При недостатньому або неправильному лікуванні гестаційного ЦД ускладнення вагітності, пологів, порушення стану плоду та матері спостерігаються у 80-93 % жінок, перинатальна смертність у 5 разів вища, ніж у популяції [1]. У жінок, які перенесли гестаційний діабет, а також у потомства, спостерігається схильність до розвитку ожиріння, проблем з серцево-судинною системою, метаболічного синдрому та ЦД 2-го типу. Саме з огляду на це, дуже важливо проаналізувати прояви та систематизувати методики лікування станів, що розвиваються внаслідок гестаційного ЦД.

Гестаційний ЦД – стан, що характеризується, як і звичайний діабет, підвищеним рівнем глюкози у крові, але виявляється вперше саме під час вагітності. За механізмом відрізняється від звичайного: в його основі лежить здебільшого інсулінорезистентність внаслідок надпродукції плацентарних гормонів (плацентарний лактоген, естрогени, прогестерон), що за своєю природою являються фізіологічними антагоністами дії інсуліну [2]. У клініці гестаційного ЦД виділяють 3 ступені тяжкості. При легкому ступені рівень глікемії натщесерце не перевищує 9,7 ммоль/л, нормалізація глікемічного профілю досягається призначенням відповідної дієти. При ЦД середнього ступеня глікемія натщесерце перевищує 12,1 ммоль/л, для компенсації необхідно вводити інсулін у дозі до 60 одиниць за добу. При ЦД тяжкого ступеня глікемія натщесерце перевищує 12,1 ммоль/л, характерні лабільність перебігу, ускладнення з боку судин, нерідко кетоацидоз. Добова доза інсуліну перевищує 60 одиниць [1].

Нажаль, у практиці акушера-гінеколога у нашій країні дуже часто трапляються випадки, коли вагітні звертаються за медичною допомогою в тяжкій стадії гестаційного ЦД, адже саме у цій стадії розвиваються ускладнення, які свідчать про глибокі патологічні зміни вуглеводного обміну і сильно ускладнюють життя пацієнтки, тим самим змушуючи її звернутися за допомогою. Через що, вважаю за доцільне зробити акцент саме на клініці та терапії цих ускладнень.

Діабетична нефропатія – прояв ускладнення гестаційного ЦД, в основі якого лежить не імунне, не запальне захворювання клубочків нирок, що веде до розвитку хронічної ниркової недостатності. Говорячи про патогенез, варто зазначити, що пусковим механізмом розвитку даного ускладнення при гестаційному ЦД є нелікована гіперглікемія, що викликає каскад метаболічних порушень: неферментне глікозилювання білків та ліпідів, активацію поліолового шляху обміну глюкози, пряму глюкозотоксичність, пов'язану з активацією протеїнкінази C, яка сприяє проліферації клітин ендотелію капілярів та мезангіального матриксу клубочків та гіпертрофії останнього, що, у свою чергу, призводить до порушень внутрішньониркової гемодинаміки, підвищення гідростатичного тиску в капілярах клубочків та гіперфільтрації.



Тривалий вплив гіперглікемії призводить до зниження синтезу глікозаміногліканів, що складають основу структури базальної мембрани клубочків і забезпечують селективну її проникність для білків [3].

У клініці нефропатії розрізняють 3 ступені нефропатії. При першому ступені артеріальний тиск збільшується до 20/12 кПа (155/90 мм рт. ст.), рівень білка у сечі – до 0,6 г/л, спостерігається зменшення альбуміно-глобулінового коефіцієнту (нижче від 1,3), дефіцит виділення рідини із організму не перевищує 15 %, кількість натрію становить 10-15 ммоль/л. Другий ступінь нефропатії (середньої тяжкості) характеризується збільшенням артеріального тиску від 20,7/12 кПа (155/90 мм рт. ст.) до 24/14,7 кПа (180/110 мм рт. ст.), вмісту білка в сечі – від 0,6 до 5 г/л, зниженням рівня білка в крові до 65 г/л (норма 74 г/л), затримкою натрію у тканинах і дефіцитом виділення його з сечею до 15-25 ммоль/л, а також затримкою в тканинах до 15-20 % рідини. З'являється асиметрія артеріального тиску на верхніх кінцівках, що свідчить про патологію центрів, які регулюють судинний тонус. Збільшується також скронево-плечовий коефіцієнт (0,55-0,6), що вказує на підвищення внутрішньочерепного тиску. Третій ступінь нефропатії (тяжка форма) характеризується підвищенням артеріального тиску понад 24/14,7 кПа (180/110 мм рт. ст.), скронево-плечового коефіцієнту – понад 0,6, вміст білка в сечі перевищує 5 г/л, у сечі з'являються циліндри та еритроцити. Різко знижується вміст білка в сироватці крові (нижче за 65 г/л), дефіцит виділення натрію зростає до 25 ммоль/л, а рідини – до 25 % і більше. Спостерігаються зміни очного дна: набрякають сітківка і сосок зорового нерва. Вагітні скаржаться на порушення функції зору – «миготіння мушок» перед очима. Може навіть настати часткова або повна втрата зору внаслідок відшарування сітківки або крововиливів в неї [4, с. 227].

Проблематиці лікування діабетичної нефропатії в останні роки присвячено дуже багато робіт. Запропоновані останнім часом ліки з так званим нефропротекторним ефектом, похідні янтарної кислоти й інші антиоксиданти, дезагреганти, реосорбілакт, гепариноїди не дають досить стабільного ефекту й ніколи не вивчалися з позицій доказової медицини, особливо мало інформації стосовно цих препаратів у вагітних [3]. Варто зазначити, що у вагітних, перш за все, лікування нефропатії повинне бути направлене на причину її розвитку (у нашому випадку гестаційний ЦД), тому повинен бути правильно вибудований курс інсулінотерапії та дієтотерапії з досягненням цільових значень рівня глюкози в крові.

Комплексом лікування нефропатії I-II ступеня передбачено наступні заходи [4, с. 236]:

- для зняття спазму судин призначають еуфілін (по 10 мл 2,4 % розчину на 20-40 мл 40 % розчину глюкози) або глюкозо-новокаїнову суміш (200 мл 20 % розчину глюкози і 100-150 мл 0,5 % розчину новокаїну з додаванням 1 ОД інсуліну на 4 г сухої речовини) внутрішньовенно, спазмолітичні засоби (но-шпа, папаверину гідрохлорид), титрований розчин аміназину (по 1 мл суміші 2,5 % аміназину і 9 мл 0,9% ізотонічного розчину натрію хлориду через 4 години);



- гіпотензивні засоби: магнію сульфат (по 10-20 мл 25% розчину внутрішньом'язово від 2 до 4 разів на добу); аміназин (по 1 мл 2,5 % розчину внутрішньом'язово через 8-12 годин) з димедролом (по 1 мл 1 % розчину внутрішньом'язово); дибазол (по 3-4 мл 1 % розчину) або 6-8 мл 0,5 % розчину внутрішньом'язово 2-3 рази на добу протягом 8-14 діб) та інші препарати;
- гангліоблокатори: пентамін (по 1-2 мл 5 % розчину внутрішньом'язово), пірилен (по 0,005 г 2-4 рази на добу);
- при гіпопротеїнемії: альбумін (по 100-200 мл), плазма (по 150 мл внутрішньовенно, чергуючи з гемодезом – 200-400 мл);
- для зменшення проникнення судин: аскорутин (по 0,02-0,05 г 2-3 рази на добу);
- для профілактики гіпоксії плода: сигетин (по 1-2 мл 1 % розчину внутрішньом'язово або внутрішньовенно з 100-200 мл 5-10 % розчину глюкози); кислота аденозинтрифосфорна (по 1 мл 1 % розчину внутрішньом'язово); галаскорбін (по 1 г 3 рази на добу протягом 5-20 діб);
- для запобігання гіпотрофії плода: токоферолу ацетат (по 100 мг на добу), ціанокобаламін (по 50-100 мкг на добу внутрішньом'язово); кислота фолієва (по 0,02 г 3 рази на добу). Курс лікування 1-2 тижні.

При лікуванні нефропатії III ступеня використовують ті ж самі препарати, що й при нефропатії I-II ступеня, але додатково ще призначають дроперидол (по 4-6 мл), сибазон (по 4 мл 0,5 % розчину внутрішньом'язово або внутрішньовенно).

Діабетична артеріальна гіпертензія (різновид артеріальної гіпертензії) – стан, що характеризується підвищенням рівня артеріального тиску вище допустимих норм. В основі патогенезу артеріальної гіпертензії при гестаційному ЦД лежить інсулінорезистентність і викликана нею компенсаторна гіперінсулінемія. Основними механізмами, що призводять до підвищення артеріального тиску, є гіперволемія, обумовлена підвищеною реабсорбцією натрію в проксимальних канальцях нирки, що викликає підвищення серцевого викиду; активація симпатичної нервової системи, що також викликає збільшення серцевого викиду та призводить до спазму периферичних судин і підвищення загального периферичного судинного опору (ЗПСО). Під впливом інсуліну відбувається підвищення вироблення ендотелієм вазоконстрикторних біологічно активних речовин (ендотеліну, тромбоксану A2) і зниження секреції таких могутніх вазодилаторів, як простагліцин і оксид азоту.

У клініці діабетичної артеріальної гіпертензії у вагітних виділяють три ступені тяжкості:

- I ступінь – підвищення артеріального тиску до 140/90-159/99 мм рт. ст.;
- II ступінь – підвищення показників артеріального тиску до меж 160/100-179/109 мм рт. ст.;
- III ступінь – досягнення показників артеріального тиску $\geq 180/110$ мм рт. ст.

Стосовно методики лікування артеріальної гіпертензії внаслідок



гестаційного ЦД, слід зазначити, що вона сильно збігається зі звичайною терапією у вагітних і включає в себе [5]:

1) Блокатори кальцієвих каналів з групи дигідропіридинів.

Амлодипін. Як і в інших препаратах цієї групи, гемодинамічна дія амлодипіну зумовлена периферичною вазодилатацією, на фоні чого здебільшого зростає серцевий викид, покращується кровопостачання органів і тканин та мікроциркуляція. Препарат має нефропротекторний ефект, позитивно діє на ендотеліальну функцію, сприяє нормалізації ліпідного обміну, не впливає на обмін глюкози. Від ніфедипіну відрізняється високою ефективністю, дуже низькою частотою побічних реакцій, плавністю антигіпертензивної дії, великим діапазоном дозування; може призначатися один раз на добу. Згідно з інструкцією до використання, амлодипін не протипоказаний вагітним. Останніми роками він з успіхом застосовується у світовій акушерській практиці. Досвід дає змогу на сучасному етапі вважати амлодипін препаратом першого вибору для лікування вагітних з артеріальною гіпертензією. При артеріальному тиску $\geq 150/95$ мм рт. ст. його призначаємо дозою 5-7,5-10 мг/добу в 1-2 прийоми у вигляді монотерапії або в поєднанні з невисокими дозами метилдофи (250 мг 1-2 рази на добу) чи метопрололу (25 мг 2-3 рази на добу). Для нормалізації показників центрального кровообігу у жінок з артеріальним тиском 140/90-149/94 мм рт. ст. його використовуємо дозою 2,5-3,75 мг на добу одноразово.

Ніфедипін петард (20 мг 2 рази на добу через 12 годин) або ніфедипін (10 мг 3-4 рази на добу через 6-8 годин) здебільшого призначається в поєднанні з метилдофою або β -адреноблокаторами. Багаторічний світовий досвід використання ніфедипіну вказує на ефективність і безпечність цього препарату при лікуванні артеріальної гіпертензії у вагітних.

2) Центральні α_2 -агоністи.

Метилдофа (250-1000-2000 мг на добу в 1-2-3 прийоми). Враховуючи тривалий досвід безпечного безпосередньо для плода застосування препарату, його за необхідності можна призначати в I триместрі вагітності. Дія метилдофи повільна, проявляється через декілька годин – на 2-3-тю добу після прийому, зберігається протягом 24-48 годин після припинення лікування. Спостереженнями, проведеними в Інституті педіатрії, акушерства та гінекології НАМН України, показано, що метилдофа, так само, як і клонідин, має подвійну гемодинамічну дію: в одних хворих зниження артеріального тиску відбувається за рахунок зменшення загального периферичного судинного опору (ЗПСО), на фоні чого хвилинний об'єм (ХО) підвищується або не змінюється (позитивний гемодинамічний ефект); у інших (їх кількість значно більша) артеріальний тиск знижується (а в ряді випадків не змінюється) за рахунок зменшення ХО і підвищення ЗПСО (негативний гемодинамічний ефект). З огляду на це, використання метилдофи для планового лікування потребує обов'язкового гемодинамічного контролю.

Клонідин (по 0,15-0,075 мг кожні 6 годин). На відміну від метилдофи діє швидко (через 30 хв-1 годину), але короткостроково. Планово призначається рідко: за необхідності швидкого зниження артеріального тиску у пацієнток з



тяжкою артеріальною гіпертензією у поєднанні з дигідропіридинами (по досягненні зниження артеріального тиску замінюється на метилдофу), а також замість метилдофи при її неефективності. Тривало клонідин застосовують з урахуванням гемодинамічної дії. Відміняють поступово, щоб запобігти виникненню синдрому відміни препарату.

3) Бета-адреноблокатори.

У вагітних з артеріальною гіпертензією б-адреноблокатори останнім часом використовуються все рідше. Це пов'язано з тим, що препарати цієї групи можуть призводити до затримки розвитку плода, виникнення загрози не виношування вагітності, при прийомі наприкінці вагітності – до порушення постнатальної адаптації новонародженого. Згідно з настановами ESC (2011), у вагітних з артеріальною гіпертензією рекомендується використання метопрололу. Бета-адреноблокатор з а-блокуючою дією лабеталол широко використовується за кордоном. В Україні лабеталол для перорального прийому не зареєстрований [5].

Варто зазначити, що у даній роботі були розглянуті ці стани окремо один від одного, хоча на практиці вони доволі часто зустрічаються об'єднано і переростають в стан, який носить назву пре еклампсії (комбінація протеїнурії та артеріальної гіпертензії), останній, у свою чергу, при невчасній або недостатній терапії може переростати в більш тяжку форму – еклампсію, яка в акушерстві вважається однією з найважчих патологій, що можуть розвиватися під час вагітності. Але ця проблематика потребує окремого ґрунтовного вивчення і стане предметом наступних наукових досліджень, у даній роботі були розглянуті лише деякі аспекти.

Ще одним ускладненням є діабетичний кетоацидоз (далі – ДКА) – стан вираженої декомпенсації цукрового діабету, зумовлений абсолютним дефіцитом інсуліну, підвищенням рівня контрінсулярних гормонів, різким зниженням утилізації глюкози тканинами, активацією ліполізу та кетогенезу. ДКА характеризується класичною тріадою: гіперглікемія, метаболічний ацидоз та кетонемія [6].

У патогенезі ДКА основну ланку займає інсулінова недостатність, яка призводить до суттєвого збільшення в крові концентрації глюкагону. Глюкагон є основним контррегулюючим (антагоніст інсуліну) гормоном, що відповідає за розвиток ДКА. Унаслідок цього різко посилюються процеси, які стимулюються глюкагоном: глікогеноліз та ліполіз. У результаті збільшується продукція глюкози. Водночас утилізація глюкози печінкою, м'язами та жировою тканиною за відсутності інсуліну різко знижується. Наслідком цих процесів стає виражена гіперглікемія. Ліполіз призводить до різкого підвищення концентрації вільних жирних кислот у крові, які починають включатися в кетогенез. При інсуліновій недостатності 80 % енергії організм отримує шляхом окислення жирних кислот, що призводить до накопичення побічних продуктів їх розпаду – «кетонових тіл» (ацетону, ацетооцтової та β -оксимасляної кислот). Порушується кислотно-лужна рівновага – виникає метаболічний ацидоз (кетоацидоз). Як гіперглікемія, так і висока циркулююча концентрація кетонових тіл стають причинами осмотичного діурезу, що веде до



гіповолемії та подальшого зниження швидкості клубочкової фільтрації. Осмотичний діурез, у свою чергу, призводить до небезпечної для життя дегідратації. На цьому фоні у хворих часто розвивається гіпокаліємія – один із важливих компонентів метаболічних порушень при ДКА [6].

Оглядаючи клініку варто зазначити, що даний стан у жінки розвивається протягом 3-7 діб та проявляється поліурією, полідипсією, нудотою (аж до розвитку блювоти), зниженням маси тіла, больовим синдромом абдомінального характеру, загальмованістю та сонливістю. Також можуть бути присутнім дихання типу Куссмауля, «фруктовий» запах, сухість слизових оболонок, тахікардія, зниження тургора шкіри, ортостатична гіпотензія. Для лабораторних показників характерним являється зниження рН крові до показників нижче 7,3, бікарбонати крові знаходяться на рівні менше 15 мед/л, присутність кетонів у сироватці крові [7].

Терапію ДКА проводять у декілька етапів, кожен із яких за свою мету ставить корекцію певного показника [8]:

1. Корекція дефіциту рідини є одним з найважливіших етапів. Її розпочинають з використання розчину Рінгера або фізіологічного розчину за схемою: 1-3 л протягом першої години; 1 л протягом другої години; 1 л кожні наступні 2 години. Після чого знову контролюється ступінь дегідратації та визначається необхідність продовження маніпуляції. Варто зазначити, що під час регідратації, її швидкість повинна коригуватися відповідно до показників пульсу, артеріального тиску, діурезу та ментального статусу. Коли рівень глюкози в крові буде знижений до 180 мг/дл, застосування ізотонічного розчину хлориду натрію замінюють введенням розчину 5-10 % декстрази та ізотонічного розчину натрію хлориду у співвідношенні 1:1.

2. Корекція рівня електролітів є наступним етапом, але тут також існують свої певні особливості: при рівні калію у сироватці крові вище 6 мЕкв/л не слід застосовувати калієві розчини; при рівні калію 4,5-6 мЕкв/л необхідно ввести розчин калію хлориду зі швидкістю 10 мЕкв/год.; при рівні калію 3-4,5 мЕкв/л розчин калію хлориду вводять зі швидкістю 20 мЕкв/год. Особливістю застосування розчину калію хлориду, є те що його використовують додаючи до розчину для внутрішньовенної регідратації. Інфузію калію хлориду припиняють при досягненні показників 5,5-6 мЕкв/л. Важливим є аспект, що інсулінотерапію не розпочинають до досягнення цільового рівня калію у крові.

3. Попередження набряку мозку є надважливим моментом під час проведення лікування ДКА, адже оглядаючи об'єми, необхідні для проведення регідратаційної терапії, виключення такого ускладнення є дуже важливим. З цією метою використовується маннітол у перерахунку 0,5-1 г/кг, що вводиться внутрішньовенно протягом 20 хвилин. Якщо є підозри на погіршення стану, необхідно замінити маннітол на гіпертонічний сольовий розчин (3 %) у розрахунку 5-10 мг/кг протягом 30 хвилин.

Підсумовуючи викладене, необхідно зазначити, що під час огляду терапії цих станів не варто забувати про найважливіший аспект, а саме інсулінотерапію. Адже всі ці стани є результатом порушення, перш за все, вуглеводного обміну, а отже важливо привести цю ланку патогенезу у норму.



Висновки. Отже, на підставі проведеного дослідження констатуємо, що цукровий діабет, зокрема гестаційний, є доволі частим захворюванням, яке розвивається у жінок під час вагітності, та належить до однієї з найпоширеніших ендокринних патологій. На жаль, спираючись на статистичні дані, маємо невтішні показники, що вказують на негативну тенденцію збільшення частоти діагностування даного стану у майбутньому. Через певні обставини доволі часто майбутні мами звертаються не на початковій стадії хвороби, а у той час, коли починають розвиватися ускладнення гестаційного ЦД: діабетична нефропатія, артеріальна гіпертензія та кетоацидоз. Тому для практикуючого лікаря необхідно в достатньому обсязі бути обізнаним стосовно патогенезу та клініки, а також у достатній мірі володіти знаннями щодо методів лікування даних станів, приділяючи значну увагу комплексному підходу. Адже при недостатній або несвоєчасній допомозі ці стани можуть призвести до ще більших ускладнень, які можуть бути життєзагрожуючими як для матері, так і для дитини. Огляд цих станів стане предметом майбутніх досліджень.

Література:

1. Авраменко Т.В. Вплив цукрового діабету на перебіг вагітності, розродження та перинатальну смертність // Здоров'є жінчини. – 2016. – № 4. – С. 79-83.
2. ДУ «Інститут проблем ендокринної патології ім. В.Я. Данилевського НАМН України». Захворювання острівкового апарату підшлункової залози. URL: <https://ipep.com.ua/napryamki-diaagnostiki-ta-likuvannya/zahvoryuvannaya-ostrikovogo-aparatu-pidshlunkovoyi-zalozhi/gestaciyniy-diabet>
3. Таран А.І. Діабетична нефропатія. Невирішені проблеми лікування // Внутрення медицина. – 2007. – № 6 (6); URL: <http://www.mif-ua.com/archive/article/3583>
4. Жученко П.Г., Тарасюк В.І. Акушерство. – Київ: ЗДОРОВ'Я, 1995. – 478 с. URL: <http://akusherstvo.ltd.ua/files/Zhuchenko%20-%20Akusherstvo%201995/assets/basic-html/page227.html>
5. Мелліна І.М. Гіпертонічна хвороба і вагітність: основні клінічні питання // Практична ангіологія. – 2012. – № 7-8 (56-57); URL: <https://angiology.com.ua/ua/archive/2012/7-8%2856-57%29/article-505/gipertonichna-hvoroba-i-vagitnist-osnovni-klinichni-pitannya>
6. Галушко О.А., Недашківський С.М., Шупика П.Л., Бабак С.І., Дяченко С.П. Сучасні можливості інфузійної терапії у хворих на діабетичний кетоацидоз // Діабетологія, Тиреоїдологія, Метаболічні розлади. – 2020. – № 2 (50); URL: <https://health-ua.com/article/60953-suchasn-mozhlivost-nfuzjno-terap-uhvorih-nadabetichnij-ketoatcidoz>
7. Григорян О.Р., Шереметьева Е.В., Андреева Е.Н. Кетоацидоз при беременности у женщин с сахарным диабетом (обзор литературы) // Проблемы репродукции. – 2012. – № 4. – С. 80-83.
8. Галушко О.А. Особливості лікування діабетичного кетоацидозу у хворих із гострими порушеннями мозкового кровообігу // Український медичний часопис. – 2015. – № 2. – С. 73-76.



Abstract. *The work is devoted to the treatment of diabetes mellitus in pregnant women, as one of the most common endocrine pathologies, which has a negative tendency to increase. The article examines the mechanisms of occurrence and development of gestational diabetes mellitus in pregnant women, provides a thorough analysis of changes and complications that develop due to gestational diabetes mellitus. The review and systematization of methods of treatment of complications of gestational diabetes mellitus is given, the attention to the necessity of application of the complex approach during therapy is emphasized.*

Key words: *pregnancy, gestational diabetes mellitus, endocrine pathologies, diabetic nephropathy, arterial hypertension, ketoacidosis, pathogenesis, treatment of complications.*

Стаття відправлена: 16.05.2022 р.

© Тішков О.В.



УДК : 616.248-053.2-07-085.357-085.451.35:612.015.3

PHOSPHORUS-CALCIUM METABOLISM AND ITS REGULATION IN CHILDREN SUFFERING FROM BRONCHIAL ASTHMA CONSIDERING THE AMOUNT OF BASIC TREATMENT WITH INHALATION GLUCOCORTICOIDS

ФОСФОРНО-КАЛЬЦІЄВИЙ ОБМІН ТА ЙОГО РЕГУЛЯЦІЯ У ХВОРИХ НА БРОНХІАЛЬНУ АСТМУ ДІТЕЙ З УРАХУВАННЯМ ОБСЯГУ БАЗИСНОГО ЛІКУВАННЯ ПРЕПАРАТАМИ ІНГАЛЯЦІЙНИХ ГЛЮКОКОРТИКОСТЕРОЇДІВ

Koloskova O.K. / Колоскова О.К.

d.m.s., prof. / д.м.н., проф.

ORCID: 0000-0002-4402-8756

Buryniuk-Hloviak H.P. / Буринюк-Глов'як Х.П.

с.т.с., as. / к.м.н., асистент.

ORCID: 0000-0003-2062-1763

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Teatralna sq., 2, 58002,
Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Театральна пл., 2, 58002

Анотація. Актуальність. Бронхіальна астма (БА) - це доволі поширене хронічне запальне захворювання у дітей. Найбільш ефективними в лікуванні астми вважаються інгаляційні глюкокортикостероїди (ІГКС), які запобігають загостренню, покращують роботу легень та якість життя пацієнтів, зменшують кількість госпіталізацій та смертність. Побічні ефекти ІГКС є менш частими та серйозними порівняно з пероральними кортикостероїдами, проте проблеми з безпекою при застосуванні високих доз ІГКС все ще залишаються актуальними. Особливої гостроти набуває це питання при високодозовому лікуванні у дітей дошкільного та шкільного віку. **Мета роботи.** Вивчення маркерів фосфорно-кальцієвого обміну та їх регуляцію залежно від обсягу базисного протизапального лікування препаратами інгаляційних глюкокортикостероїдів для оптимізації лікувально-профілактичних заходів та менеджменту захворювання. **Матеріали та методи:** Для досягнення мети дослідження методом випадкової вибірки, нами було комплексно обстежено 158 хворих на персистувальну бронхіальну астму (пБА) дітей шкільного віку. Таким чином, залежно від середньодобових доз ІГКС, які у складі базисного лікування отримували обстежені хворі, створено три клінічні групи порівняння. Першу (I) групу сформували 57 дітей, які отримували препарати ІГКС у режимі еквівалентних препаратів ІГКС у низьких дозах (36,1 %), у II (другу) групу увійшли 60 пацієнтів, які застосовували ІГКС у середніх дозах (38,0 %), а III (третю) групу – 23 їх однолітки, що приймали високі дози ІГКС (14,5 %). Для порівняння отриманих результатів сформована контрольна група дітей, хворих на БА, які за період спостереження не отримували жодного призначеного курсу ІГКС (18 дітей, 11,4 %).

Результати. До встановлених особливостей фосфорно-кальцієвого обміну у дітей, хворих на пБА, залежно від обсягу базисного лікування препаратами ІГКС можна віднести вищий рівень кальціємії, кальційурії а також тенденцію до збільшення втрат фосфору із сечею у дітей III клінічної групи. Не дивлячись на відсутність відмінностей за середніми показниками вмісту в сироватці крові паратгормону та вітаміну D, як маркерів основних регуляторних щодо фосфорно-кальцієвого метаболізму систем, нами виявлені їх статистично вірогідні кореляції з рівнем контролю і тяжкістю перебігу пБА. При цьому вміст гідроксіхолекальциферолу нижче порогового значення мав місце у кожного п'ятого представника III клінічної групи, а менше 35 нг/мл – у 43,5 % випадків при одночасному зниженні концентрації паратгормону менше 15 пг/мл у 90,0 % спостережень. **Висновки.** На тлі застосування високих доз ІГКС у складі базисної терапії астми у дітей зростає



ризик гіперкальціємії $>2,4$ ммоль/л ($СШ=2,7$, $ВР=1,6$, $АР=24,1$ %) та кальційурії $> 4,0$ ммоль/л ($СШ=3,8$, $ВР=1,9$, $АР=32,4$ %), також виявлене зниження сироваткового вмісту вітаміну D менше 30 нг/мл у кожного п'ятого хворого ($p<0,05$) та паратгормону <10 нг/мл у 80,0 % ($p<0,05$) випадків.

Ключові слова: діти; бронхіальна астма; фосфорно-кальцієвий обмін; вітамін D, інгаляційні глюкокортикостероїди.

Актуальність: Бронхіальна астма (БА) - це доволі поширене хронічне запальне захворювання у дітей, в яких неспецифічна гіперчутливість дихальних шляхів супроводжується клінічними ознаками утруднення дихання і обмеження проведення потоку повітря, зокрема непостійними у часі та виразності рецидивними респіраторними симптомами, кашлем, хрипами, задишкою, відчуттям нестачі повітря [1]. Найбільш ефективними в лікуванні астми вважаються інгаляційні глюкокортикостероїди (ІГКС) [2], які запобігають загостренням, покращують роботу легень та якість життя пацієнтів, зменшують кількість госпіталізацій та смертність [3]. Побічні ефекти ІГКС є менш частими та серйозними порівняно з пероральними кортикостероїдами, проте проблеми з безпекою при застосуванні високих доз ІГКС все ще залишаються актуальними [4].

Вплив ІГКС на фосфорно-кальцієвий та вуглеводневий обмін у дітей є ключовими питаннями, що продемонстровано при застосуванні високих доз ІГКС, проте не низьких та середніх [5]. Вважається, що індуковане глюкокортикостероїдами посилення активності остеокластів та пригнічення функції остеобластів, що призводить до резорбції кісток, впливає на ріст і кістковий метаболізм [6] та супроводжується напруженням компенсаторних механізмів. Глюкокортикостероїди здатні посилювати інактивацію вітаміну D шляхом регуляції активності 24-гідроксилази. Внаслідок гідроксилювання бічного ланцюга вітаміну D₃ зменшується вміст 1,25-дигідрокси-холекальцеферолу як фізіологічно найбільш активної форми вітаміну D₃, що підвищує ризик резорбції кістки.

Показаний ефект [7] гіпофункції надниркових залоз в результаті пригнічення вісі гіпоталамус-гіпофіз-наднирникові залози, який відмічається навіть при застосуванні помірних доз інгаляційних стероїдів [8-9] та зберігається впродовж року після припинення терапії [10].

Мета роботи. Вивчення маркерів фосфорно-кальцієвого обміну та їх регуляцію залежно від обсягу базисного протизапального лікування препаратами інгаляційних глюкокортикостероїдів для оптимізації лікувально-профілактичних заходів та менеджменту захворювання.

Матеріали та методи дослідження: Для досягнення мети дослідження на базі КМУ «Обласна дитяча клінічна лікарня» м. Чернівці, нами було комплексно обстежено 158 хворих на персистувальну бронхіальну астму (пБА) дітей шкільного віку. Таким чином, залежно від середньодобових доз ІГКС, які у складі базисного лікування отримували обстежені хворі, створено три клінічні групи порівняння. Першу (I) групу утворили 57 дітей, які отримували препарати ІГКС у режимі еквіпотентних препаратів ІГКС у низьких дозах (36,1 %), II (другу) групу порівняння сформували 60 пацієнтів, які отримували препарати ІГКС у режимі еквіпотентних препаратів ІГКС у середніх дозах



(38,0%), а III (третю) групу – 23 їх однолітка, які контролювали БА за допомогою високих доз ІГКС (14,5 %). Для порівняння отриманих результатів сформована контрольна група дітей, хворих на БА, які за період спостереження не отримували жодного призначеного курсу ІГКС (18 дітей, 11,4 %).

У навчально-науковій лабораторії БДМУ досліджували вміст кальцію в сироватці крові та в сечі (ACCENT-200 Calcium, виробник Cormay, Польща), фосфору (ACCENT-200 Phosphorus, виробник Cormay, Польща). Визначення сироваткового вмісту гідрохолекальциферолу (вітаміну D) здійснювали методом конкурентного імунохемілюмінесцентного аналізу (аналізатор Magnumi 25-ОН вітамін D (ІХЛА), виробництва "Shenzhen New I.B.E.Co, КНР) (реагенти виробництва GmBH, Німеччина).

Результати досліджень: Виходячи з мети роботи нами досліджувалися окремі маркери фосфорно-кальцієвого обміну та його регуляції у хворих на пБА дітей, залежно від обсягу базисного лікування препаратами ІГКС (табл. 1). Таким чином, вміст у сироватці та сечі хворих дітей кальцію і фосфору за середніми значеннями відповідав показникам норми і не залежав від обсягу базисного лікування ІГКС. Разом з тим, відмічено, що рівень кальційемії більше 2,4 ммоль/л траплявся у 56,3 % хворих III групи і статистично значуще переважав над результатами, отриманими у I групі пацієнтів (32,5 % випадків, $p=0,05$), а у контрольній групі частота реєстрації такого рівня вмісту кальцію у сироватці крові спостерігалась у кожного третього хворого (33,3 %, $p_{II:k}<0,05$). Показники клініко-епідеміологічного ризику зазначеної події у хворих III групи по відношенню до дітей, які одержували низькі дози ІГКС, становили: СШ=2,7, ВР=1,6, АР=24,1 %.

Таблиця 1 - Вміст кальцію і фосфору у біосередовищах дітей груп порівняння ($M \pm m$)

Клінічні групи	Са сироватки крові, ммоль/л	Са сечі, ммоль/л	Р сечі, ммоль/л	Частота фосфатурії, %
I група	2,38±0,02	3,1±0,21	26,4±1,64	12,3
II група	2,42±0,02	3,6±0,19	25,8±1,51	13,3
III група	2,47±0,05	3,9±0,28	31,2±3,33	17,4
Контрольна група	2,34±0,02	3,8±0,37	31,1±3,16	5,6
Pt	III: $k<0,05$	I:III<0,05	>0,05	>0,05

* Примітка. Pt – критерій Стюдента

Розподіл показників кальційурії асоціював з обсягом базисного протизапального лікування, оскільки значення вище 4,0 ммоль/л мали місце у 25,7 % хворих I групи, 46,0 % дітей II групи ($p_{I:II}<0,05$) та у 57,1 % хворих, які отримували високі дози ІГКС ($p_{I:III}<0,05$), при значенні для пацієнтів контрольної групи 42,9 %. Показники клініко-епідеміологічного ризику реєстрації кальційурії вище 4,0 ммоль/л у хворих III групи порівняно до дітей, які одержували низькі дози ІГКС, становили: СШ=3,8, ВР=1,9, АР=32,4 %.

Аналогічна залежність визначалася й стосовно втрат солей фосфору із сечею, оскільки шанси фосфатурії у дітей III групи стосовно представників I виявилися наступними: СШ=1,5, ВР=1,2, АР=10,1 %.



Наявні відмінності, які свідчили про вищий рівень кальційурії, фосфатурії та кальціємії у хворих III групи, асоціювали з можливим напруженням регуляторних механізмів, що не виключено було пов'язане з впливом високих доз ІГКС та/або застосуванням системних глюкокортикостероїдів у складі швидко-допоміжної терапії при частих загостреннях пБА і недостатньому контролі її симптомів.

Виходячи з цього, нами визначалися окремі маркери регуляторних систем обміну кальцію та фосфору в організмі, зокрема, сироваткова концентрація вітаміну D (гідроксихолекальциферол) та паратиреоїдного гормону (рис. 1).

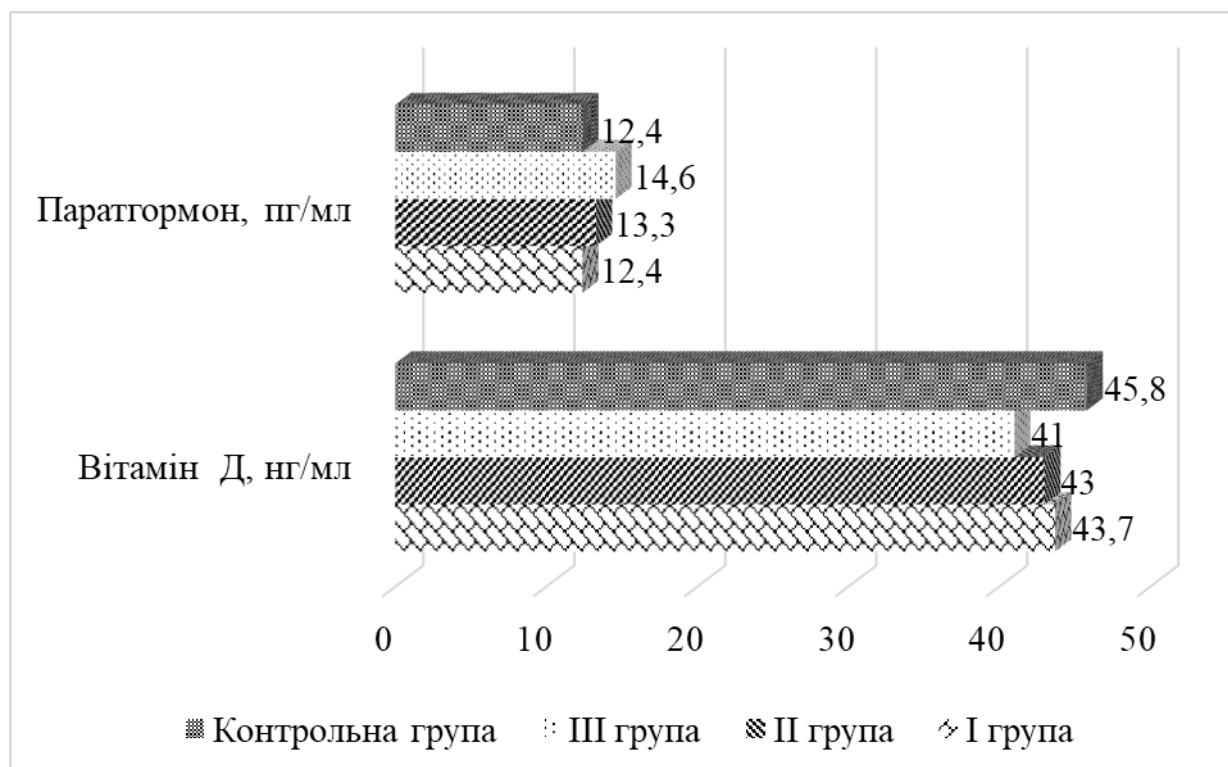


Рис. 1. Вміст вітаміну D і паратгормону у сироватці крові дітей груп порівняння

Як видно з наведених даних середні рівні гормонів, які регулюють фосфорно-кальцієвий обмін не залежали від обсягу базисного лікування ІГКС. Слід відзначити, що дещо нижчий вміст вітаміну D та тенденція до підвищеного рівня паратгормону у сироватці крові дітей III групи могли пояснювати підвищені втрати кальцію та фосфору з сечею. Спираючись на наведене вище, вважали за потрібне дослідити особливості розподілу результатів визначення досліджених гормонів у сироватці крові дітей клінічних груп порівняння. Так, концентрація вітаміну D менше 30,0 нг/мл найчастіше траплялася у хворих III групи, що сягало 21,7 % випадків, і жодного разу не була відмічена у контрольній групі ($p < 0,01$). Показник умісту в сироватці крові вітаміну D менше 35 нг/мл траплявся з наступною частотою – у I групі – у 24,6 %, у II групі – у 30,4 %, у III групі – у 43,5 %, а в контрольній групі – у 5,6 % випадків ($p_{I,II,III:k} < 0,05$).



Особливо важливими отримані результати видаються з позиції існуючого антагонізму між гідроксиколекальциферолом та глюкокортикостероїдами, що стало підставою для визначення нами показників клініко-епідеміологічного ризику зменшення вмісту вітаміну D у хворих, які отримують високі дози ІГКС. Так, дана подія (вміст вітаміну D менше 30 нг/мл) у таких пацієнтів характеризувалася наступними показниками клініко-епідеміологічного ризику: СШ=1,3, ВР=1,2, АР=7,2 %.

Разом із тим, відмічені кореляційні зв'язки, які відображали залежність рівня вітаміну D від контрольованості симптомів БА. Так, зниження контролю симптомів астми мало обернений зв'язок із сироватковою концентрацією вітаміну D для КІО шкали на рівні $r=-0,24$ ($p=0,01$), для опитувальника GINA - $r=-0,14$ ($p=0,05$) а також відмічалось при посиленні тяжкості перебігу хвороби - $r=-0,19$ ($p=0,016$). Виявлені кореляції є слабкими, проте статистично вірогідними, що визначає роль важливого регулятора фосфорно-кальцієвого обміну – гідроксиколекальциферолу, у клінічному перебігу та персистуванні бронхіальної астми у дітей.

З отриманих даних можна зробити висновок, що як в загальних тенденціях, так і в розподілі концентрації вітаміну D у сироватці крові дітей груп порівняння, визначаються чіткі ознаки напруження компенсаторних процесів, з одного боку, та з іншого, непоодинокі випадки недостатності вітаміну D у сироватці крові, що співпадає з даними літератури. Напруження регуляторних процесів відображала концентрація паратгормону у сироватці крові, яка була меншою за 10 пг/мл у хворих I групи траплявся у 43,2 % випадків, у дітей II групи – 54,2 %, у представників III групи – 80,0 % та у дітей контрольної групи у 71,4 % ($p>0,05$) при наступних показниках клініко-епідеміологічного ризику для дітей III групи відносно хворих I групи: СШ=5,3, ВР=2,5, АР=38,9 %. Виявлені результати свідчили, ймовірно, про певне виснаження регуляторної здатності прищитових залоз стосовно регуляції фосфорно-кальцієвого обміну, що певною мірою залежало від обсягу базисної протизапальної терапії препаратами ІГКС, оскільки лише у 10,0 % хворих III групи вміст паратгормону відповідав показникам норми.

До встановлених особливостей фосфорно-кальцієвого обміну у дітей, хворих на пБА, залежно від обсягу базисного лікування препаратами ІГКС можна віднести вищий рівень кальціємії, кальційурії а також тенденцію до збільшення втрат фосфору із сечею у дітей III клінічної групи. Не дивлячись на відсутність відмінностей за середніми показниками вмісту в сироватці крові паратгормону та вітаміну D, як маркерів основних регуляторних щодо фосфорно-кальцієвого метаболізму систем, нами виявлені їх статистично вірогідні кореляції з рівнем контролю і тяжкістю перебігу пБА. При цьому вміст гідроксиколекальциферолу нижче порогового значення мав місце у кожного п'ятого представника III клінічної групи, а менше 35 нг/мл – у 43,5 % випадків при одночасному зниженні концентрації паратгормону менше 15 пг/мл у 90,0 % спостережень.

Висновки: Виходячи з результатів нашого дослідження можна зробити висновки, що на тлі застосування високих доз ІГКС у складі базисної терапії



астми у дітей зростає ризик гіперкальціємії $>2,4$ ммоль/л (СШ=2,7, ВР=1,6, АР=24,1 %) та кальціурії $> 4,0$ ммоль/л (СШ=3,8, ВР=1,9, АР=32,4 %). Виявлене зниження сироваткового вмісту вітаміну D менше 30 нг/мл у кожного п'ятого хворого ($p<0,05$) та паратгормону <10 пг/мл у 80,0 % ($p<0,05$) випадків.

Література:

1. Global Initiative for Asthma; 2018[updated 2018; cited 2021 Feb 11].160 p. Available from: https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2018/04/wms-GINA-2018-report-tracked_v1.3.pdf
2. Bleecker ER, Menzies-Gow AN, Price DB, Bourdin A, Sweet S, Martin AL, et al. Systematic Literature Review of Systemic Corticosteroid Use for Asthma Management. *Am J Respir Crit Care Med*. 2020;201(3):276-93. doi: [10.1164/rccm.201904-0903SO](https://doi.org/10.1164/rccm.201904-0903SO)
3. Heffler E, Madeira LNG, Ferrando M, Puggioni F, Racca F, Malvezzi L, et al. Inhaled Corticosteroids Safety and Adverse Effects in Patients with Asthma. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2018;6(3):776-81. doi: [10.1016/j.jaip.2018.01.025](https://doi.org/10.1016/j.jaip.2018.01.025)
4. Hanania NA, Chapman KR, Sturtridge WC, Szalai JP, Kesten S. Dose-related decrease in bone density among asthmatic patients treated with inhaled corticosteroids. *J Allergy Clin Immunol*. 1995;96(5 Pt 1):571-9. doi: [10.1016/s0091-6749\(95\)70254-7](https://doi.org/10.1016/s0091-6749(95)70254-7)
5. Skoner DP. Inhaled corticosteroids: Effects on growth and bone health. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2016;117(6):595-600. doi: [10.1016/j.anai.2016.07.043](https://doi.org/10.1016/j.anai.2016.07.043)
6. Dhawan P, Christakos S. Novel regulation of 25-hydroxyvitamin D3 24-hydroxylase (24(OH)ase) transcription by glucocorticoids: cooperative effects of the glucocorticoid receptor, C/EBP beta, and the Vitamin D receptor in 24(OH)ase transcription. *J Cell Biochem*. 2010;110(6):1314-23. doi: [10.1002/jcb.22645](https://doi.org/10.1002/jcb.22645)
7. Issa-El-Khoury K, Kim H, Chan ES, Vander Leek T, Noya F. CSACI position statement: systemic effect of inhaled corticosteroids on adrenal suppression in the management of pediatric asthma. *Allergy Asthma Clin Immunol*. 2015;11(1):9. doi: [10.1186/s13223-015-0075-z](https://doi.org/10.1186/s13223-015-0075-z)
8. Kannisto S, Korppi M, Remes K, Voutilainen R. Adrenal suppression, evaluated by a low dose adrenocorticotropin test, and growth in asthmatic children treated with inhaled steroids. *J Clin Endocrinol Metab*. 2000;85(2):652-7. doi: [10.1210/jcem.85.2.6336](https://doi.org/10.1210/jcem.85.2.6336)
9. Zöllner EW, Lombard CJ, Galal U, Hough FS, Irusen EM, Weinberg E. Hypothalamic-pituitary-adrenal axis suppression in asthmatic school children. *Pediatrics* [Internet]. 2012[cited 2021 Feb 21];130(6):e1512-9. Available from: <https://pediatrics.aappublications.org/content/130/6/e1512.longdoi:10.1542/peds.2012-1147>
10. Ahmet A, Kim H, Spier S. Adrenal suppression: A practical guide to the screening and management of this under-recognized complication of inhaled corticosteroid therapy. *Allergy Asthma Clin Immunol*. 2011;7(1):13. doi: [10.1186/1710-1492-7-13](https://doi.org/10.1186/1710-1492-7-13)



Abstract. Topicality. Bronchial asthma (BA) is rather common chronic inflammatory disease among children. Inhalation glucocorticoids (IGC) are considered to be the most effective in the treatment of asthma. They prevent exacerbation, improve the function of the lungs and quality of life of patients, and reduce the amount of admissions and mortality rate. IGC side-effects are less frequent and serious in comparison with oral corticosteroids, but safety problems in case of administration of high doses of IGC still remain urgent. The issue has become especially crucial in case of high doses indicated for preschoolers and schoolchildren. **Objective:** to study the markers of phosphorus-calcium metabolism and their regulation depending on the amount of the basic anti-inflammatory treatment by means of inhalation glucocorticoids in order to improve therapeutic-preventive measures and management of the disease. **Materials and methods:** To achieve the goal 158 children of a school age suffering from persisting bronchial asthma (pBA) were examined comprehensively by means of random sampling method. Depending on the average daily doses of IGC included in the basic treatment received by the examined patients, three clinical groups of comparison were formed. The first (I) group included 57 children, who received IGC in the regimen of equipotent IGC in low doses (36,1 %), the second (II) group included 60 patients, who received IGC in average doses (38,0 %), and the third (III) group – 23 peers, who were given high doses of IGC (14,5 %). To compare the results obtained the control group was formed including children with BA who during the period of the study did not receive any IGC (18 children, 11,4 %).

Results. The peculiarities of phosphorus-calcium metabolism determined in children suffering from pBA depending on the amount of the basic treatment with IGC can include a higher level of calcemia, calciuria and a tendency to increase phosphorus loss with urine in children from the III clinical group. In spite of the lack of differences by the average amounts of parathyroid hormone and vitamin D in the blood serum as markers of the main regulation systems concerning phosphorus-calcium metabolism, we have found their statistically reliable correlations with the level of the control and severity of pBA. At the same time, the content of hydroxycholecalciferol was found to be lower than that of the threshold value in every fifth representative from the III clinical group, and less 35 NG/ml – in 43,5 % of cases with simultaneous decrease of the parathyroid hormone concentration less than 15 PG/ml in 90,0 % of cases. **Conclusions.** Administration of high doses of IGC included into the basic therapy of asthma in children results in a higher risk of hypercalcemia $>2,4$ mmol/L (OR=2,7, RR=1,6, AR=24,1 %) and calciuria $> 4,0$ mmol/L (OR=3,8, RR=1,9, AR=32,4 %), reduced content of vitamin D in the blood serum less than 30 NG/ml in every fifth patient ($p<0,05$) and decreased parathyroid hormone level <10 PG/ml in 80,0 % ($p<0,05$) of cases.

Key words: children; bronchial asthma; phosphorus-calcium metabolism; vitamin D, inhalation glucocorticoids.



УДК: 616.33/.34-036-053.3:618.3-071

PECULIARITIES OF CLINICAL SYMPTOMS AND DIAGNOSIS OF GASTROINTESTINAL TRACT DISORDERS IN INFANTS WITH PERINATAL PATOLOGY HISTORY**ОСОБЛИВОСТІ КЛІНІЧНОЇ СИМПТОМАТИКИ ТА ДІАГНОСТИКИ ПОРУШЕНЬ ШЛУНКОВО-КИШКОВОГО ТРАКТУ У ДІТЕЙ ГРУДНОГО ВІКУ ПРИ ПЕРИНАТАЛЬНІЙ ПАТОЛОГІЇ В АНАМНЕЗІ****Yurkiv O.I./Юрків О.І.**

ORCID: /0000-0001-6824-7120

c.med.s., assoc.of prof./к.мед.н, доцент

Institution of higher education Bukovinian State Medical University,
Chernivtsi, Teatralna, 2Заклад вищої освіти Буковинський державний медичний університет,
Чернівці, вул. Театральна, 2

Summary: A comprehensive clinical and paraclinical examinations of infants with perinatal pathology history suffering from the disorders of the functional state of gastrointestinal tract were conducted. Intestinal microbiocenosis changes were revealed; they are most likely to extend liver and bile-excreting tract dysfunction. Early diagnosis of the detected changes makes possible to improve functional state of intestine in infants and ignore dysbiosis signs.

Keywords: infants, gastrointestinal tract, microbiocenosis of intestine.

Introduction.

Nowadays, one of the most common pathological conditions in children is a disorder of the composition and function of large intestine microflora developing under the influence of various unfavourable factors. In infants dysbiotic disorders occur more frequently than in adults; that is determined by morphological and functional immaturity of the gastrointestinal tract (GIT) in this age. There exists a point of view that severe clinically significant forms of dysbiotic disorders in the first years of life can be regarded as a prerequisite to the development of inflammatory bowel disease [1, p.42-48].

The peculiarities of infant age are an increased activity of metabolic processes and relative functional imperfection of bodily organs, including hepatobiliary system (GBS) and gastrointestinal tract, what stipulates the necessity of ensuring early diagnostics and adequate correction in the treatment of perinatal pathology and restorative therapy in the future. The peculiar features of the GIT functional state in children of infant age are hydrochloric acid lack and proteolytic enzymes in the stomach, decreased secretion of bile by the liver, and increased oxygen concentration in the large intestine [2, p. 54-61].

Normal intestinal microflora fulfills several especially important vital bodily functions. One of them is the formation of colonization resistance in the intestine in the neonatal period, which prevents from exogenous pathogenic microorganisms colonization and their excessive proliferation. It provides human body's resistance to infections, caused by various pathogenic microorganisms. Normal microflora agents of GIT provide protection from exogenous infectious agents through the synthesis of different substances, inhibiting the growth and multiplication of pathogens as well as by means of successful fight between them for the places of attachment to the surface



of mucous membrane of the intestine and source of nutrition. Another mechanism of ensuring colonization resistance of normal intestinal microflora agents is the one associated with their ability to cause significant non-specific stimulation of humoral and cellular immunity [3, p. 56]. Intestinal autoflora stimulates intestinal peristalsis and is involved in hepatic-intestinal circulation of the most important bile components.

Contributing background to the development of dysbiotic intestinal disorders in infants with perinatal pathology is connected changes in the functional state of the liver and biliary tract. Occurrence of unfavourable risk factors even during the labour leads to adaptation disorders of varying degrees of severity in newborns; that requires treatment and care of the infant separately from the mother under the supervision of medical personnel. This causes colonization of the newborn body with microflora, which is not always physiological and leads to disturbances in the formation of intestinal mucin layer. Mucous intestinal microflora is stable and is represented by bifidobacteria and bacteroides attached directly to the membrane of epithelial cells, facultative anaerobes (lactobacilli) and aerobes. All microorganisms are united into exopolysaccharide-mucin matrix and form a special biofilm, covering the intestinal mucous membrane [4, p.118]. Adhesion effectiveness and vital activity of symbiont microflora depends on the peculiarities of protective mucin layer formation.

Intestinal microbiota (bacteria, viruses, protozoa and others) effect on the human body can be local and systemic. Local effect includes trophic function, through which energy is supplied to epithelial cells of human tissues, based upon utilization of low-molecular metabolites within the Krebs' cycle, the metabolites are obtained as the result of mucus monosaccharide fragments detachment, glycocalyx and products of exogenous origin at the expense of extracellular glycosidases of saccharolytic anaerobes followed by fermentation of these sugars.

Besides, breaking up extracellular polysaccharides and glycoproteins by extracellular glycosidases of microbial origin leads to monosaccharides (glucose, galactose, etc.) formation. Another important effect is the stimulation of local immunity, first of all – the production of secretory immunoglobulin (IgA) [4, p.120]. Participation of the liver in IgA transportation largely determines the intensity of local immunoreactivity in gastrointestinal mucous membrane and other organs. Unconjugated IgA reaches the liver, on the sinusoidal membrane of hepatocytes it joins the secretory component and is transported through hepatocytes into bile. The most important function of IgA is the ability to form immune complexes with circulating macromolecules of alimentary, bacterial and other origin. Secretory component of hepatocytes can bind to these complexes, so their transmission from blood to bile and excretion from the body become possible.

The **purpose of the scientific work** was to study peculiarities of formation of intestinal microecology in infants with perinatal pathology in the neonatal period.

Materials and methods of research.

The main study group consisted of 25 infants with perinatal pathology history; the infants had clinical symptoms of gastrointestinal tract disorders; group of comparison numbered 25 infants without these disorders. Diagnostic complex included determination of secretory immunoglobulin A (sIgA), alpha-1-antitrypsin



(A1-AT) and albumin in the faeces, which indicate inflammation process in the intestine. Complex of additional paraclinical examination of infants included the analysis of intestinal micro-ecological environment.

The analyses of human intestinal micro-ecological environment were carried out according to standard microbiological methods at the Department of Clinical Immunology and Allergology at Bukovinian State Medical University. Determination of secretory immunoglobulin A (sIgA), alpha-1-antitrypsin (A1-AT) and albumin in the faeces was conducted on the base of the German-Ukrainian laboratory "BUKINTERMED" with the company reagents. Analysis of the obtained results was made by means of application programs package «STATGRAPHICS Plus 5.1» using conventional statistical methods of research.

Results and discussion.

The retrospective study of infant development maps at birth showed that in children of the first group in 12 (48%) cases intrauterine growth retardation by hypotrophic type was diagnosed; neonatal encephalopathy was detected in 13 (52.0%) cases. Exploration of pregnancy and delivery peculiar characteristics of mothers in the main group showed that most of them had some complications. In 3 (12.0%) mothers this very pregnancy was third and fourth. 4 (16.0%) children were born by means of cesarean section. Comparative characteristics of peculiar features of clinical symptoms on the part of gastrointestinal tract in children of the second experimental group are presented in Table 1

Table 1 - Comparative characteristics of peculiar clinical symptoms on the part of gastrointestinal tract in children of the first and second experimental groups

<i>Clinical symptoms</i>	<i>I group (N=25)</i>	<i>II group (N=25)</i>
Regurgitation (n/%)	1 (4,0%)	1 (4,0%)
Flatulence (n/%)	7 (28,0%)	2 (8,0%)
Large liver mass (n/%)	1 (4,0%)	-
Poor / weak sucking (n/%)	5 (20,0%)	1 (4,0%)
Abdominal distension (n/%)	1 (4,0%)	-
liquid stool (n/%)	4 (16,0%)	-
Constipation (n/%)	8 (32,0%)	1 (4,0%)
Crying (n/%)	4 (16,0%)	-
Abdominal pain (n/%)	6 (24,0%)	-

At the time of the study regurgitation was detected in one infant that constitutes 4.0%. Frequent symptoms in the infants of this group were flatulence, constipations and abdominal pain, which constitute 7 (28.0%), 8 (32.0%) and 6 (24.0%) cases respectively. Isolated cases of regurgitation, flatulence, poor sucking and constipation were observed in children of the second group.

Developmental factors concerning disorders of the intestinal functional state in infants were severe illnesses, they had suffered from, and with which they were



repeatedly admitted for treatment to the pediatric hospitals. Thus, 3 (12.0%) children recovered from acute obstructive bronchitis, 3 (12.0%) suffered from enterocolitis; in 2 (8.0%) cases tracheobronchitis was in past history; 1 (4.0%) infant recovered from upper respiratory tract infections (URTI) and in 1 (4.0%) case salmonellosis was revealed in the past history. Children were treated in accordance with existing protocols and clinical guidelines, including antibiotic therapy, nonsteroidal anti-inflammatory, bronchospasmolytic and anticonvulsant medical preparations that, along with the basic pathology, contributed to an increased risk of intestinal disorders development.

Examination of all infants in the first group revealed clinical symptoms of abdominal dysfunctions, among which there are: constipation – in 8 (32.0%) infants, predisposition to the liquid stool – in 4 (16.0%) infants; signs of flatulence with abdominal distension, intestinal colic and characteristic infant pose with adduction of the legs – in 7 (28.0%) cases. 5 (20.0%) children had appetite abnormalities (dysorexia); in 1 (4.0%) case regurgitation was observed. Clinical manifestations of jaundice were noted in 1 (4.0%) infant; enlargement of the liver was also observed in 1 (4.0%) case. 4 (16.0%) children experienced nervousness and constant crying. In addition, macroscopically the faeces of infants contained mucus and undigested food. Coprogram in most cases was characterized by a high content of neutral fat, amount of epithelium and white blood cells.

The results of special additional methods of research, including albumin level, A1-AT and sIgA in children of the first group showed significant differences compared to the control group II. The obtained results are presented in Table 2.

Table 2 - Albumin level, A1-AT and sIgA in the feces of 5-month-old infants (M±m)

Indices	Indices recommended norm	I group	II group
A1-AT (mg/g)	< 268	540,2±27,01*	113,9±5,69
Albumin (mg/g)	<9,2	9,7±0,48*	3,3±0,16
sIgA (mg/g)	510-2040	2538,7±126,93*	1087,7±54,38

Note: * – probable difference of indices in compared groups, $p < 0,05$

According to the data given in Table 2 infants with clinical signs of intestinal dysfunctions had stool with much higher level of albumin, A1-AT and sIgA as compared with children in the control group. Taking into consideration the interpretation of indices concerning the enhancement of intestinal mucosa permeability against the background of local inflammation, decrease in the activity of proteolytic enzymes, namely, chymotrypsin, trypsin, elastase, hyaluronidase, protease of leukocytes, macrophages, microorganisms, etc. can explain loss of appetite in children and lack of tolerance to food – features accompanying the presence of intestinal dysfunctions. The increased level of sIg A in the faeces of infants in IIA group may be caused by an allergic reaction of the intestinal mucosa, probably against the background of artificial feeding, but one can not exclude the presence of an allergic component of local immunity as one of the pathogenesis links of the intestinal mucosa inflammation.



Thus, there is a situation in which on the one hand, microbial imbalance causes local inflammation development, on the other hand – the presence of inflammation with an allergic component contributes to the long-term intestinal dysfunctions, supporting clinical symptoms. The peculiarities of microbiocenosis of large intestine cavity in children are presented in Table 3.

Table 3 - Peculiarities of microbiological composition of large intestine in children of infant age (lg CFU/g)

Indices	Experimental groups	
	I group	II group
	M± m	M± m
ANAEROBES:		
Bifidobacteria	5,56±0,28*	9,74±0,49
Bacteroids	9,58±0,48	9,48±0,47
Lactobacteria	7,54±0,38*	8,66±0,43
Peptococci	8,79±0,44*	7,45±0,37
Peptostreptococci	8,93±0,45*	4,43±0,22
Clostridia	-	-
AEROBES:		
Colon bacilli	9,65±0,48*	6,28±0,31
Hemolytic escherichia coli	-	-
Enteropathogenic escherichia coli	-	-
Enterococci	-	-
Staphylococci	5,29±0,26	-
Bacilli protei	6,54±0,33	-
Fungi of the genus Candida	3,34±0,17	-

Note: *Probable difference between groups of observation, $p < 0,05$

In accordance with the data presented in Table 3 the infants possessing the signs of intestinal dysfunctions, were also characterized by a decreased bifidobacteria and lactobacteria content, increased peptococci, peptostreptococci and Escherichia coli content, Staphylococcus presence, protei, and fungi of the genus Candida.

In the absence of timely correction in the neonatal period clinical manifestations of dysbiosis in the future may take considerable clinical severity.

Conclusion.

Dysbiosis gastrointestinal manifestations in infants are a consequence of perinatal pathology in the neonatal period that usually occur in combination with functional disorders of other organs and systems, including, hepatobiliary one. Early signs of the appearance of gastrointestinal tract dysbiosis may be detected by means of diagnostic research complex and prevented by early administration of correcting therapy (prebiotics, probiotics, functional food). Prospects for further research consist in studying pathogenic mechanisms of intestinal dysfunctions development, diagnostics and correction methods.

**References:**

1. Шадрін О.Г. та ін. Функціональне харчування та хронічні запальні захворювання кишечника у дітей раннього віку. / О.Г. Шадрін, Р.В. Марушко, Т.С. Брюзгіна, В.Л. Місник, О.В. Муквіч // Современная педиатрия 6(34) / 2010, С. 42-48
2. Шунько Е.Е. Новый взгляд на формирование эндомикроэкологического статуса у новорожденных детей //Ж-л практичного лікаря, 2013, №1-С.54-61.
3. Шумилов П.В. Нерешенные вопросы патогенеза воспалительных заболеваний кишечника у детей. Роль пристеночной микрофлоры кишечника. / Шумилов П.В. // Педиатрическая фармакология. – 2010. –Т. 7., № 5 С. 54-58
4. Захарова И.Н. и др. Формирование кишечной микробиоты у детей первого полугодия жизни и характер вскармливания / Захарова И.Н., Сугян Н.Г., Дмитриева Ю.А., Суркова Е.Н., Бегиашвили Л.В.// Вопросы практической педиатрии – 2010. – Т. 5. - №5, С.- 115-121.
5. STATGRAPHICS Plus 5.1 (2001, Statistical Graphics Corp.)

Анотація. Проведено комплексне клініко-параклінічне обстеження дітей з перинатальною патологією в анамнезі, які страждають порушеннями функціонального стану шлунково-кишкового тракту. Виявлено зміни мікробіоценозу кишечника; вони, швидше за все, розширюють дисфункцію печінки та жовчовивідних шляхів. Рання діагностика виявлених змін дозволяє покращити функціональний стан кишечника у немовлят та ігнорувати ознаки дисбактеріозу.

Ключові слова: діти грудного віку, шлунково-кишковий тракт, мікробіоценоз кишечника



Инновации в медицине, фармацевтике, ветеринарии

УДК 616.311-085.281+632.952]:615.322

**PREPARATIONS BASED ON PLANT RAW MATERIALS WITH
ANTIBACTERIAL AND FUNGICIDAL ACTION IN DENTISTRY**

ПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ С

АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМ И ФУНГИЦИДНЫМ ДЕЙСТВИЕМ В СТОМАТОЛОГИИ

Lyubchenko O. V./ Любченко О. В.

d.m.s./д.м.н., проф.

ORCID:0000-0003-3291-0378

Velihoria I.E./ Велигоря И.Е.

c.m.s./as.prof./к.м.н., доц.

ORCID:0000-0002-0426-2126

Pushkar L.Y./Пушкарь Л. Ю.

c.m.s./as.prof./к.м.н., доц.

ORCID:0000-0001-6975-6971

Poliakova S.V./ Полякова С. В.

c.m.s./as.prof./к.м.н., доц.

ORCID:0000-0003-3291-0378

Tzyganova N. B./Цыганова Н.Б.

c.m.s./as.prof./к.м.н., доц.

ORCID:0000-0001-7973-0177

Ivanov O. E./ Иванов А. Е.

c.m.s./as.prof./к.м.н., доц.

ORCID:0000-0002-4048-624X

Sirota O. M. / Сирота О.Н.

c.m.s./as.prof./к.м.н., доц.

KhAPE, Kharkov, Ukraine, Amosova 58, 61176

ХМАПО, Харьков, Украина, ул.Амосова 58, 61176

Аннотация Изучено антимикробное и фунгицидное действие препаратов на основе растительного сырья (препарат, содержащий пихтовое масло и экстракт коры дуба, и комбинированный препарат на основе Фитора) в сравнении с препаратом на основе 0,3 % хлоргексидина биглюконата на *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus pyogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Neisseria sp*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*. Все препараты вызывают задержку зоны роста исследуемых микроорганизмов более чем на 15мм, что свидетельствует о чувствительности микроорганизмов к исследуемым образцам, данные препараты являются активными, и обладают антибактериальным и фунгицидным действием. Препараты, содержащие пихтовое масло и экстракт коры дуба, и комбинированный препарат на основе Фитора, незначительно уступают гелю с 0,3% хлоргексидином биглюконатом в антимикробной и фунгицидной активности. Данные препараты могут быть альтернативой при лечении воспалительных процессов в полости рта.

Ключевые слова: бактериально - грибковая флора, хлоргексидина биглюконат, растительное сырье, антибактериальное действие, фунгицидное действие.

Вступление.

Воздействие общих и местных неблагоприятных факторов снижают резистентности слизистой оболочки полости рта и изменяют реактивность организма, что может способствовать стойкому изменению состава и свойства



микрофлоры полости рта [1,2], и способствовать росту стоматологической патологии, вызванной условно-патогенными микроорганизмами [3,5,7,10, 12]. Возрастает число штаммов микроорганизмов, которые устойчивы к действию имеющихся антибиотиков, поэтому важной задачей является поиск альтернативных препаратов на основе природных продуктов с антимикробным и фунгицидным эффектом для консервативного лечения воспалительных заболеваний слизистой оболочки полости рта и тканей пародонта [5, 6, 9, 10,13].

Особый интерес вызывает исследование препаратов на основе гуминовых веществ и эфирных масел [8].

Гуминовые вещества (гуминовые и фульвовые кислоты) – это сложные системы органические соединения природного происхождения с широкий спектром биологического воздействия, безопасные в использовании [8,13]. Фитор – природный универсальный биологически активный комплекс из листьев дуба, содержит более 33% фульвовой кислоты и 0,88% гуминовой кислоты.

Эфирное масло пихты обладает бактерицидной и бактериостатической активностью к различным микроорганизмам и грибам, имеет антирадикальную активностью, антибактериальное действие эфирных масел из пихты распространяется практически на все группы микроорганизмов [4, 6].

Целью данного исследования было изучить антимикробное и фунгицидное действие препаратов растительного происхождения в сравнении с препаратом на основе хлоргексидина биглюконата к бактериально - грибковой флоре в полости рта.

Материалы и методы исследования.

Для изучения антибактериального и фунгицидного действия использовали препараты на основе растительного сырья и препарат с хлоргексидином биглюконатом. Препарат № 1 - содержит пихтовое масло и экстракт коры дуба. Препарат № 2 - комбинированный препарат на основе Фитора. Препарат № 3- препарат сравнения, содержащий 0,3% хлоргексидина биглюконата.

Для исследования действия экстрактов были использованы эталонные тест-культуры: *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922. Противогрибковое действие образца исследовано на референтном штамме *Candida albicans* ATCC 885-653 (4,5,6). Также использовали клинические музейные штаммы (*Staphylococcus epidermidis*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus mutans*, *Neisseria* sp). Среды для культивирования применяли в соответствии с видом микроорганизмов в соответствии с существующими методическими разработками и рекомендациями.

Приготовление суспензий микроорганизмов с определенной концентрацией микробных клеток (оптическая плотность) проводили с помощью стандарта мутности (0,5 ед. По шкале McFarland). Использовали прибор Densi-La-Meter (производства PLIVA-Lachema, Чехия, длина волны 540 нм). Суспензию готовили согласно инструкции к прибору и информационного письма о нововведениях в системе здравоохранения № 163-2006



«Стандартизация приготовления микробных суспензий», г. Киев. Синхронизацию культур проводили с помощью низкой температуры (4° С).

Определение чувствительности штаммов микроорганизмов к антибактериальным лекарственным средствам проводили в соответствии с методическими указаниями «Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам» (Приказ Министерства здравоохранения Украины от 05.04.2007 г.. №167) методом колодцев на среде Мюллера-Хинтона (HI Media Laboratorles Pvt. Ltd India). Среда готовили в соответствии с инструкцией производителя. Чувствительность грибов определяли на среде Сабуро – декстрозных агар. Определение чувствительности исследуемых веществ проводили на двух слоях питательной среды, которые разливали в чашки Петри. Нижний слой состоял из агар-агара (10 мл). На него устанавливали 3-6 металлические стерильные цилиндры диаметром 8 мм и высотой 10 мм. Вокруг цилиндров заливали верхний слой (14 мл питательной среды + 1 мл микробного раствора 0,5 ед. По шкале McFarland), который состоял из питательной агаризованной среды с соответствующим стандартом суточной культуры микроорганизма. После застывания стерильным пинцетом вынимают колодцы и в лунки вносят исследуемое вещество (0,3 мл).

Оценку антибактериальных свойств, осуществляли по следующим критериям:

- отсутствие зоны задержки роста микроорганизмов вокруг лунки, а также диаметры зон задержки роста до 10 мм указывают на то, что микроорганизмы не чувствительны к внесенному в лунку образцу, препарат относили к категории неактивного;
- зоны задержки роста микроорганизмов диаметром 10-15 мм указывают на малую чувствительность культуры, умеренно активный образец;
- зоны задержки роста диаметром более 15 мм расцениваются, как показатель чувствительности микроорганизма к исследуемым образцам, препарат относили к категории активного средства.

Для достоверности полученных результатов исследования повторяли трижды. Полученные в ходе исследования данные подвергались статистической обработке. Достоверность выявленных различий исследуемых показателей оценивали с помощью критерия Манна - Уитни для независимых выборок [11].

Результаты исследования и их обсуждение.

Исследование показало, что все препараты имеют антимикробное и фунгицидное действие на исследуемую микрофлору, так как уровень задержки роста микроорганизмов был во всех сериях и группах испытаний более 15 мм (табл.1 и рис.1).

Анализ результатов, приведенных в таблице 1 и на рисунке 1 показал, что все три препарата вызывают задержку зоны роста исследуемых микроорганизмов более чем на 15мм , что свидетельствует о чувствительности микроорганизмов к исследуемым образцам, и данные препараты являются активными.



Наибольшая активность в *Staphylococcus aureus* наблюдается у препарата № 3 (24мм и 25мм), препарат № 1 сдерживал рост микроорганизмов на 20, 21 и 22мм соответственно. Минимальная активность была у препарата № 2 (17 и 18мм).

Таблица 1- Диаметр зоны задержки роста бактериально - грибковой микрофлоры у исследуемых препаратов

Бактериально- грибковая микрофлора	Диаметр зоны задержки роста, в мм ($M \pm m$) ($p \leq 0,05$)		
	Препарат №1	Препарат № 2	Препарат №3
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	20, 21, 22	18, 17, 18	24, 25, 25
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	21, 21, 22	20, 19, 19	24, 26, 26
<i>Streptococcus mutans</i>	20, 20, 20	18, 17, 17	20, 19, 19
<i>Streptococcus pyogenes</i>	19, 19, 19	17, 16, 17	19, 21, 20
<i>Enterococcus faecalis</i>	20, 21, 21	19, 18, 18	22, 23, 23
<i>Neisseria sp</i>	18, 19, 18	17, 17, 16	19, 18, 20
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	18, 17, 17	19, 19, 19	19, 20, 21
<i>Candida albicans</i> ATCC 653/885	17, 16, 16	19, 19, 20	20, 22, 21

Максимальную зону задержки роста к *Staphylococcus epidermidis* имел препарат № 3 (24 и 26 мм), на втором месте находится препарат № 1 с зоной задержки роста на 21 и 22 мм и на третьем - препарат №2, с минимальной зоной задержки роста (19 и 20 мм).

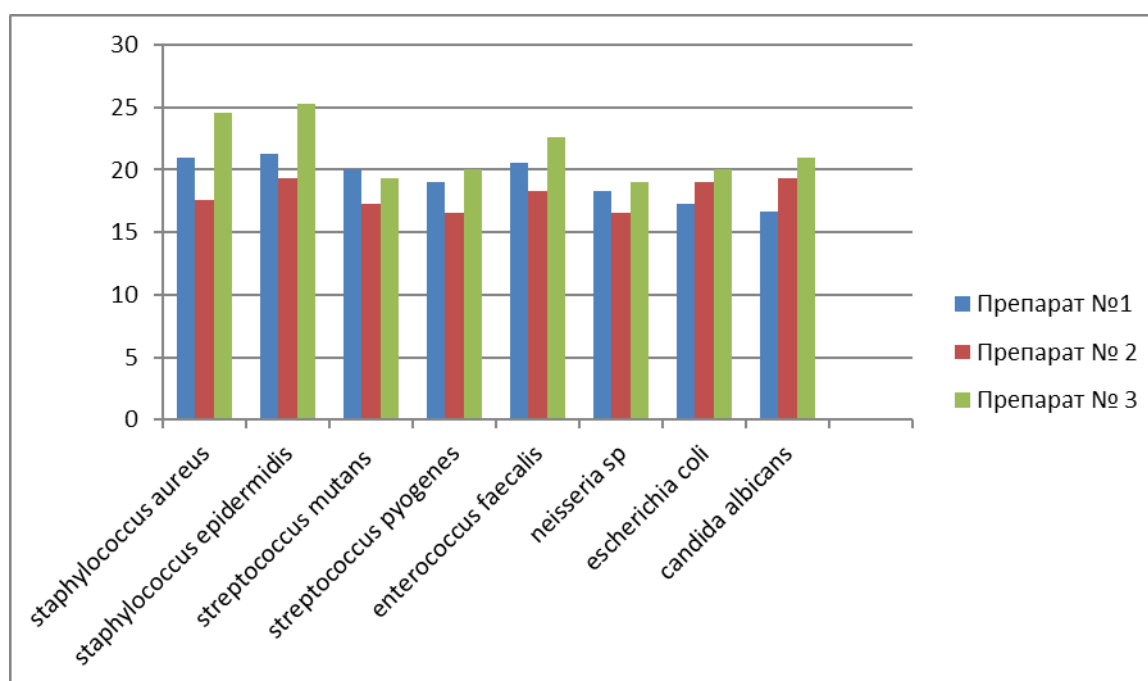


Рисунок 1 - Диаметр зоны задержки роста бактериально - грибковой микрофлоры у исследуемых препаратов

Выраженную активность в отношении *Streptococcus mutans* имел препарат № 1 с зоной задержки роста 20 мм, у препарата № 3 зона задержки роста



находилась в пределах 19 и 20 мм, а у препарата №2 - 17 и 18 мм, соответственно.

Препарат № 3 сдерживал рост *Streptococcus pyogenes* на 19, 20, 21 мм, препарат № 1 подавлял рост микроорганизмов на 19 мм, тогда как в препарат №2 имел зону задержки роста *Streptococcus pyogenes* всего 16 и 17 мм.

К *Enterococcus faecalis* наибольшую активность проявили препарат № 3 (22 и 23 мм зона задержки роста), препарат № 1 имел зону задержки роста 20 и 21 мм, тогда как у препарата №2 она была - 18 и 19 мм, соответственно.

Рост *Neisseria sp* лучше всего подавлял препарат № 3 (18, 19 и 20 мм), на втором месте был препарат № 1 с зоной задержки роста 18 и 19 мм, а самые низкие результаты были у препарата №2 (16 и 17 мм).

Лучше всего подавлял рост *Escherichia coli* препарат № 3 с зоной задержки роста 19, 20 и 21 мм. Затем по своей антимикробной активности идет препарат №2, с зоной задержки роста 19 мм. И самая низкая активность у препарата № 1 - 17 и 18 мм.

Фунгицидным действием обладали все изучаемые препараты. Наилучшие результаты были у препарата № 3 с зоной задержки роста 20, 21 и 22 мм. на втором месте по активности был препарат №2, где рост флоры замедлялся на 19 и 20 мм. Третье место по своей противогрибковой активности занял препарат № 1, где зона задержки роста была 16 и 17 мм.

Таким образом, все три препарата обладают антимикробным действием к исследуемым микроорганизмам. Максимальная зона задержки роста к *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus pyogenes* была у препарата № 3, на второй позиции находится препарат № 1 и самую минимальную активность среди исследуемых материалов имел препарат №2. Наибольшая зона задержки роста *Streptococcus mutans* была у препарата № 1, затем по своей антимикробной активности следуют препарат № 3 и препарат №2. Препарат № 3 имеет наилучшее антимикробное действие на *Enterococcus faecalis*, *Neisseria sp*, следующим по своему антибактериальному действию к данной флоре был препарат № 1. Наименьшее антибактериальное действие на *Enterococcus faecalis*, *Neisseria sp* оказывал препарат №2. Наибольшее антимикробное действие на *Escherichia coli* и *Candida albicans* было выявлено у препарата № 3, следующий по своей активности - препарат №2, и лишь затем следовал препарат № 1.

Заключение и выводы.

Было изучено антимикробное и фунгицидное действие препаратов на основе растительного сырья - препарат, содержащий пихтовое масло и экстракт коры дуба, комбинированный препарат на основе Фитора, в сравнении с гелем, содержащий 0,3% хлоргексидина биглюконата, на *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus pyogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Neisseria sp*, *Escherichia coli*, на *Candida albicans*.

Все три препарата вызывают задержку зоны роста исследуемых микроорганизмов более чем на 15 мм, что свидетельствует о чувствительности микроорганизмов к исследуемым образцам, и данные препараты являются активными. и обладают антибактериальным и фунгицидным действием.



По своей активности препараты расположились в следующем порядке - гель, содержащий 0,3% хлоргексидина биглюконата, наиболее активный, затем следует препарат, содержащий пихтовое масло и экстракт коры дуба, и минимальная активность среди исследуемых препаратов у комбинированного препарата на основе Фитора.

Препараты на основе растительного сырья на могут быть альтернативой при лечении воспалительных процессов в полости рта и являются эффективным методом выбора в консервативном лечении воспалительных заболеваний слизистой оболочки полости рта и периодонта.

Литература

1. Belibasakis GN, Bostanci N, Marsh PD, Zaura E. Applications of the oral microbiome in personalized dentistry. Arch Oral Biol. 2019 Aug;104:7-12. doi: 10.1016/j.archoralbio.2019.05.023. Epub 2019 May 24. PMID: 31153099.
2. Gopinath D, Menon RK, Wie CC, Banerjee M, Panda S, Mandal D, Behera PK, Roychoudhury S, Kheur S, Botelho MG, Johnson NW. Differences in the bacteriome of swab, saliva, and tissue biopsies in oral cancer. Sci Rep. 2021 Jan 13;11(1):1181. doi: 10.1038/s41598-020-80859-0. PMID: 33441939; PMCID: PMC7806708.
3. Ганина Е.Б., Червинец Ю.В., Шестакова В.Г., Грудинин Н.В., Кузнецова В.С., Прутенская Е.А. ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТИНА СТОМАТИТА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ НА КРЫСАХ // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – №5.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26783>
4. Гуляев Д.К., Яковлева Е.И., Машенко П.С., Солодников С.Ю., Белоногова В.Д. Антигипоксическая активность фракций эфирного масла пихты сибирской // Химия растительного сырья. 2020. №4. С. 273–280. DOI: 10.14258/jcprm.2020047321.
5. Еричев В., Аксенова Т., Овчаренко Е., Мелехов С. Оценка влияния инструментальных пародонтологических систем на микробиоценоз и местный иммунный статус мышей в комплексном лечении больных с воспалительными заболеваниями пародонта. *Пародонтология*. 2017; 22(3): 49-54. (На рус.)
6. Ефремов А.А., Зыкова И.Д., Сенашова В.А., Гродницкая И.Д., Пашенова Н.В. Антимикробная и антирадикальная активность отдельных фракций *Pinus sibirica* Du Tour и *Abies sibirica* Ledeb., произрастающих в Сибирском регионе // Химия растительного сырья. 2020. №4. С. 203–210. DOI: 10.14258/jcprm.2020047505.
7. Григорьевская З.В., Терещенко И.В., Казимов А.Э., Багирова Н.С., Петухова И.Н., Мудунов А.М., Винникова В.Д., Вершинская В.А., Дмитриева Н.В. Микробиота полости рта и ее значение в генезе рака орофарингеальной зоны. *Злокачественные опухоли*. 2020; 10(3s1): 54-59. <https://doi.org/10.18027/2224-5057-2020-10-3s1-54-59>
8. Савченко И. А., Корнеева И. Н., Лукша Е. А., Пасечник К. К. БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В МЕДИЦИНЕ (ОБЗОР)



\\ Журнал МедиАль. № 1 (23). 2019. С.54-60 .DOI: <https://doi.org/10.21145/2225-0026-2019-1-54-60>.

9. Катола В.М., Комогорцева В.Е. РОЛЬ ОРАЛЬНОГО МИКРОБИОМА В РАЗВИТИИ ВОСПАЛЕНИЯ И СОМАТИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ. *Бюллетень физиологии и патологии дыхания*. 2018; (68):117-122. https://doi.org/10.12737/article_5b1a069e8a9318.69578013

10. Крюков А.И., Кунельская Н.Л., Гуров А.В., Изотова Г.Н., Старостина А.Е., Лапченко А.С. Клинико-микробиологическая характеристика дисбиотических изменений слизистой оболочки полости рта и ротоглотки. *Медицинский Совет*. 2016;(6):32- 35. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2016-6-32-35>

11. Минцер А.П. Методы обработки медицинской информации / А.П. Минцер, Б.Н. Угаров, В.В. Власов. \\ - М.: Высшая школа, 1982. - 158.

12. Назарчук О.А., Фаустова М.О. МІКРОБІОЛОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГРАМПОЗИТИВНИХ ЗБУДНИКІВ ІНФЕКЦІЙНО-ЗАПАЛЬНИХ ПЕРИІМПЛАНТАЦІЙНИХ УСКЛАДНЕНЬ. *Вісник Вінницького національного медичного університету*. 2017. №2 (Т.21). С. 392-396.

13. Самбукова Т.В., Овчинников Б.В., Ганапольский В.П., и др. Перспективы использования фитопрепаратов в современной фармакологии // *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. – 2017. – Т. 15. – № 2. – С. 56–63. doi: 10.17816/RCF15256-63

Abstract. *The antimicrobial and fungicidal effect of preparations based on plant materials (a preparation containing fir oil and oak bark extract, and a combined preparation based on Phytor) was studied in comparison with a preparation based on 0.3% chlorhexidine bigluconate on Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermidis, Streptococcus mutans, Streptococcus pyogenes, Enterococcus faecalis, Neisseria sp, Escherichia coli, Candida albicans. All preparations cause a delay in the growth zone of the studied microorganisms by more than 15 mm, which indicates the sensitivity of microorganisms to the studied samples, these preparations are active, and have antibacterial and fungicidal effects. Preparations containing fir oil and oak bark extract, and a combined preparation based on Phytor, are slightly inferior to the gel with 0.3% chlorhexidine bigluconate in antimicrobial and fungicidal activity. These drugs can be an alternative in the treatment of inflammatory processes in the oral cavity.*

Key words: *bacterial and fungal flora, chlorhexidine bigluconate, vegetable raw materials, antibacterial action, fungicidal action.*

Статья отправлена: 24.05.2022г.
Велигоря И.Е.



CONTENTS

Innovative engineering, technology and industry

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj13-01-008> 3

MICROBIOLOGICAL ANALYSIS AND SANITARY AND HYGIENIC CONTROL OF RAW MILK

Prylipko T.M., Bukalova N. V., Bogatko N. M., Lyasota V.P.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj13-01-017> 8

RELIABILITY OF PROTECTION OF ELECTROTECHNICAL COMPLEXES

Fedoriv M., Kurlyak P.

Computer science, cybernetics and automatics

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj13-01-004> 12

FEATURES OF ACCELERATED CARRIAGE MOVEMENT IN THE LINEAR DRIVE SYSTEM OF VIBROCALIBRATION COMPLEX

Kryvoruchko I.P.

Development of transport and transportation systems

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj13-01-040> 19

EFFICIENCY OF INFRASTRUCTURAL COMPONENTS OF THE RAILWAY TRANSPORT MAINTENANCE SYSTEM

Krashenin O.S., Odiehov M.M., Shapatina O.O., Voitenko V.V.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj13-01-045> 29

RESEARCH OF EXPEDIENCY OF INTRODUCTION OF BICYCLE INFRASTRUCTURE IN THE CITIES OF UKRAINE

Trushevskiy V. E., Tarasenko A. V., Khodan V. I.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj13-01-048> 34

STUDY OF FACTORS AFFECTING PUBLIC TRANSPORT TRAFFIC TIME

Sushko S.V., Kravchenya I.N.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj13-01-053> 39

OPERATION OF TRANSPORT SYSTEMS IN EMERGENCY CONDITIONS

Kirkin O.P., Kirkina T.Y.

Architecture and construction

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj13-01-025> 43

CHALLENGES OF DIGITAL TRANSFORMATION IN AEC INDUSTRY – BIM SPECIALISTS

Meshcheryakova O.M.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj13-01-027>

48

DEVELOPMENT METHODOLOGY OF REORGANIZED INDUSTRIAL TERRITORIES

Baboy I.S.

Physics and mathematics

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj13-01-001>

54

THE EXISTENCE OF THE SOLUTION OF THE CAUCHI PROBLEM FOR NONLINEAR STOCHASTIC PARTIAL DIFFERENTIAL-DIFFERENCE EQUATIONS OF NEUTRAL TYPE WITH RANDOM EXTERNAL PERTURBANCES

Yurchenko I.V.

Geology, geophysics and geodesy

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj13-01-018>

65

USING OF LASER SCANNING IN GEODETIC HIGHWAYS SURVEYS

Arsenieva N. O.

Biology and ecology

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj13-02-003>

70

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACH TO DIAGNOSTICS OF THE LEVEL OF THE CITY ECOLOGICAL SAFETY SYSTEM

Tarasevich E.V., Zhylinska L.A.

Chemistry and pharmaceuticals

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj13-01-014>

76

TWO DIRECTIONS OF FORMATION OF SOLID SOLUTION OF ANHYDROUS COBALT(II) AND ZINC DIPHOSPHATES

Antraptseva N.M., Filkin I.I., Bila G.N.

Medicine and health care

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj13-01-011>

81

PATHOGENESIS, CLINICS AND METHODS OF THERAPY OF GESTATION DIABETES

Tishkov O.V.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj13-01-035>

90

PHOSPHORUS-CALCIUM METABOLISM AND ITS REGULATION IN
CHILDREN SUFFERING FROM BRONCHIAL ASTHMA CONSIDERING THE
AMOUNT OF BASIC TREATMENT WITH INHALATION
GLUCOCORTICOIDS

Koloskova O.K., Buryniuk-Hloviak H. P.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj13-01-052>

97

PECULIARITIES OF CLINICAL SYMPTOMS AND DIAGNOSIS OF
GASTROINTESTINAL TRACT DISORDERS IN INFANTS WITH PERINATAL
PATOLOGY HISTORY

Yurkiv O.I.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj13-01-054>

103

PREPARATIONS BASED ON PLANT RAW MATERIALS WITH
ANTIBACTERIAL AND FUNGICIDAL ACTION IN DENTISTRY

*Lyubchenko O.V., Velihoria I.E., Pushkar L.Y., Poliakova S.V., Tzyganova N. B.
Ivanov O. E., Sirota O. M.*



Scientific publication

International periodic scientific journal

ScientificWorldJournal

Issue №13

Part 1

May 2022

In Bulgarian, Ukrainian, Russian and English

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
high impact factor (ICV: 82.07)

*Academy of Economics named after D.A. Tsenov
Bulgaria jointly with SWorld*

Signed: May 30, 2022

e-mail: editor@sworldjournal.com
site: www.sworldjournal.com



www.sworldjournal.com

Articles published in the author's edition

**With the support of research project SWorld
www.sworld.education**



www.sworld.education

ISSN 2663-5712





www.sworldjournal.com