



Issue №11

Part 2



International periodic scientific journal

ONLINE

www.sworldjournal.com

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

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
(ICV: 82.07)

SWorld Journal

**Issue №11
Part 2
January 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.

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 629.1.04

METHOD AND ERROR ESTIMATION OF DECISIONS IN DETERMINING AND OF OBJECTS IN SPACE

МЕТОДИ ОЦІНКИ ПОХИБКИ РІШЕНЬ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ОБ'ЄКТІВ В ПРОСТОРИ

Myronenko O.V./Мироненко О.В.

Higher education teacher

ORCID: 0000-0002-3763-5478

Military Institute of telecommunication and informatization named after Heroes Krut;
Військовий університет телекомунікацій і інформатизації імені Героїв Крут

Анотація. В роботі розглянуто методи оцінки похибки рішень засобів обробки навігаційних даних, так звані однокрокові методи, на прикладах, метода Ейлера, метода Рунге-Кутта які можна застосовувати, для глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС) визначення місцезнаходження об'єктів, аерокосмічних систем високої роздільної здатності для отримання інформації про Землю, створення високопродуктивних засобів отримання просторової інформації в режимі реального часу.

Ключові слова: однокрокові методи без подвійного перерахунку, метод Ейлера, метод Рунге-Кутта

Вступ. Розглянемо методи, які дозволяють оцінювати похибки рішень без застосування подвійного перерахунку. Це дуже важливо при застосуванні цих методів, коли обчислюються і уточнюються координати, які були передані з супутника, так як збільшується точність вимірювань. Найбільш простим однокроковим методом, який потребує мінімальних затрат обчислювальних ресурсів, але дає змогу обчислювати результат із порівняно низькою точністю, є метод Ейлера.

Метод Ейлера, крім значної похибки зрізання часто буває нестійким (малі локальні помилки призводять до значного збільшення глобальної).

Цей метод можна вдосконалити різними способами. Найбільш відомі два з них: виправлений метод Ейлера і модифікований метод Ейлера (в літературі зустрічаються інші назви цих методів, наприклад, модифікований метод Ейлера й удосконалений метод ламаних).

Це методи другого порядку, їх похибка має третій степінь, що досягається покращенням апроксимації похідної. Ідея полягає у спробі зберегти або оцінити член другого порядку у формулі Тейлора. Ще більш висока точність може бути досягнута при обчисленні вищих похідних і збереженні більшої кількості членів ряду Тейлора. Такими методами є методи Рунге – Кутта.

Принцип, на якому побудований модифікований метод Ейлера, можна пояснити, користуючись рядом Тейлора і зберігаючи в ньому член з h^2 . Апроксимація другої похідної $y''(x_0)$ здійснюється кінцевою різницею

$$y''(x_0) = \frac{\Delta y'}{\Delta x} = \frac{y'(x_0 + h) - y'(x_0)}{h} \quad (1)$$

Аналогічно обчисленню другої похідної в кінцево – різницевого вигляді можна обчислити більш високі похідні: значення n-ї за значеннями попередньої



(n-1)-ї.

Метод Рунге – Кутта дає набір формул для обчислення координат внутрішніх точок, які потрібні для реалізації цієї ідеї. Оскільки існує ряд способів знаходження цих точок, то метод Рунге – Кутта об'єднує цілий клас методів для розв'язання диференціальних рівнянь першого порядку.

Найбільш простим однокроковим методом, який потребує мінімальних затрат обчислювальних ресурсів, але дає змогу обчислювати результат із порівняно низькою точністю, є метод Ейлера.

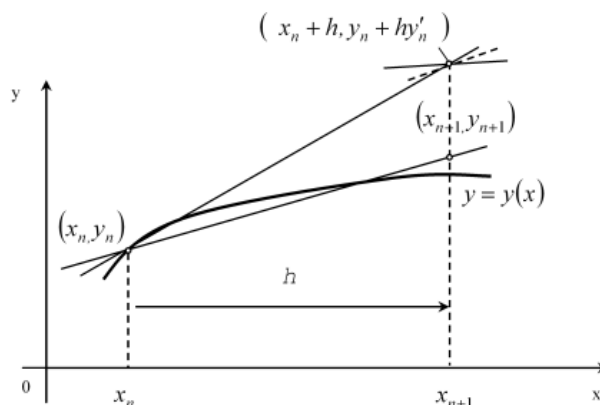


Рисунок 1- Модифікований метод Ейлера

Найбільш розповсюджений класичний метод четвертого порядку точності:

Метод Ейлера і його модифікації (рис.1) ще називають методами Рунге – Кутта першого і другого порядку. Метод Рунге – Кутта має значно більш високу точність, що дозволяє збільшити крок розв'язання. Його максимальну величину визначає припустима похибка. Такий вибір часто здійснюється автоматично і включається як складова частина в алгоритм, побудований за методом Рунга – Кутта.

Будь-яку з формул однокрокових методів можна використовувати для розв'язання систем диференціальних рівнянь і диференціальних рівнянь вищих порядків.

Для опису складних динамічних процесів використовують системи диференціальних рівнянь. Найбільше розповсюдження отримали системи диференціальних рівнянь першого порядку:

$$\begin{cases} y_1'(x) = f_1(x, y_1, \dots, y_n) \\ y_2'(x) = f_2(x, y_1, \dots, y_n) \\ \dots \\ y_n'(x) = f_n(x, y_1, \dots, y_n) \end{cases} \quad (2)$$

Для однозначного розв'язку цієї системи задають початкові умови:

$$\begin{cases} y_1(a) = y_1^0 \\ y_2(a) = y_2^0 \\ \dots \\ y_n(a) = y_n^0 \end{cases} \quad (3)$$



Ця система рівнянь з наведеними початковими умовами називається задачею Коші для системи n диференціальних рівнянь першого порядку. У векторному вигляді вона записується так:

$$\begin{cases} \bar{y}'(x) = \bar{f}(x, \bar{y}) \\ \bar{y}(a) = \bar{y}^0 \end{cases} \quad (4)$$

У формулах однокрокових методів для розв'язку такої задачі Коші потрібно лише перейти до векторної форми. Наприклад, формули метода Рунге-Кутта 4-го порядку розв'язку задачі Коші для системи n диференціальних рівнянь першого порядку мають вигляд:

$$y_k(x_{i+1}) = y_k(x_i) + \frac{1}{6} (\eta_{1k}^i + 2\eta_{2k}^i + 2\eta_{3k}^i + \eta_{4k}^i) \quad (5)$$

де

$$\begin{aligned} \eta_{1k}^i &= h \cdot f_k(x_i, y_1(x_i), \dots, y_n(x_i)) \\ \eta_{2k}^i &= h \cdot f_k(x_i + \frac{h}{2}, y_1(x_i) + \frac{\eta_{11}^i}{2}, \dots, y_n(x_i) + \frac{\eta_{1n}^i}{2}), \\ \eta_{3k}^i &= h \cdot f_k(x_i + \frac{h}{2}, y_1(x_i) + \frac{\eta_{21}^i}{2}, \dots, y_n(x_i) + \frac{\eta_{2n}^i}{2}), \\ \eta_{4k}^i &= h \cdot f_k(x_i + h, y_1(x_i) + \eta_{31}^i, \dots, y_n(x_i) + \eta_{3n}^i) \end{aligned} \quad (6)$$

$k = \overline{1, n}$ – номер рівняння,
 $i = \overline{0, m}$ – номер вузла, $x_0 = a$.

Формули Рунге – Кутта для цього випадку мають вигляд:

$$y_{n+1} = y_n + k, \quad z_{n+1} = z_n + l, \quad (7)$$

де

$$\begin{aligned} k &= \frac{k_0 + 2k_1 + 2k_2 + k_3}{6}, \quad l = \frac{l_0 + 2l_1 + 2l_2 + l_3}{6}, \quad \text{а} \\ k_0 &= h z_0, \quad l_0 = h g(x_n, y_n, z_n), \\ k_1 &= h \left(z_0 + \frac{l_1}{2} \right), \quad l_1 = h g \left(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{k_1}{2}, z_n + \frac{l_1}{2} \right), \\ k_2 &= h \left(z_0 + \frac{l_2}{2} \right), \quad l_2 = h g \left(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{k_2}{2}, z_n + \frac{l_2}{2} \right), \\ k_3 &= h \left(z_0 + \frac{l_3}{2} \right), \quad l_3 = h g(x_n + h, y_n + k_3, z_n + l_3). \end{aligned}$$

Раніше було відзначено, що помилка зрізання при використанні методу Рунге – Кутта n -го порядку $\Delta \leq ch^{n+1}$. Обчислення верхніх границь для



коефіцієнта c являє собою складну задачу, пов'язану з необхідністю оцінки ряду додаткових параметрів. Існує декілька способів для оперативного обчислення c . Найбільшого поширення набув екстраполяційний метод Річардсона (ще його називають методом Рунге), коли послідовно знаходять

значення y_n з кроком h і з кроком $\frac{h}{2}$, а після цього прирівнюють отримані величини та визначають c з рівняння:

$$y_n^{(h)} + ch^{n+1} = y_n^{\left(\frac{h}{2}\right)} + c\left(\frac{h}{2}\right)^{n+1} \quad (9)$$

що відповідає точному значенню y_n .

Висновки і заключення.

Можна виділити загальні риси однокрокових методів:

1. Щоб отримати інформацію у новій точці, потрібно мати дані лише в одній попередній точці. Цю властивість називають “самостартуванням”.
2. В основі всіх однокрокових методів лежить розкладання функції в ряд Тейлора, в якому зберігаються члени, що містять степені до k включно. Ціле число k називається порядком методу. Похибка на кроці має порядок $k+1$.
3. Всі однокрокові методи не вимагають обчислення похідних – обчислюється лише сама функція, але можуть вимагатися її значення в декількох проміжних точках.

Література

1. Аналіз похибок позиціонування наземних об'єктів засобами супутникової навігації./ Зв'язок Наукове видання .Державний університет телекомунікацій.-Київ,2019 №5 стр. 3-7.
2. Супутникова геодезія./ Шумаков Ф.Т. – Х.;, ХНАМГ
3. Н.Т.Дехтярук, В.М.Черевик, О.В.Охріменко .Аналіз похибок позиціонування наземних об'єктів засобами супутникової навігації.Зв'язок.Наукове видання.Державний університет телекомунікацій.-Київ, 2019, № 5, стр.3-7.

Abstract. The methods of estimation of errors of solutions of navigational data processing tools (so-called one-step methods, on the examples of Metoda Euler, method a Runge-Kutta, which can be used, for global navigational satellite systems (GSS) determination of the location of objects, aerospace systems of high resolution to obtain information about the Earth, creation of high-performance means of obtaining spatial information in real time.



УДК: 656.052:612.821

PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATUS OF THE DRIVER AS A STOCHASTIC FACTOR OF TRAFFIC**ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОДІЯ ЯК СТОХАСТИЧНИЙ ФАКТОР ДОРОЖНЬОГО РУХУ****Burlakova G. Y. / Бурлакова Г. Ю.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-1873-5518

Ganzheev D. I. / Ганжеєв Д. І.*Postgraduate student / аспірант*

ORCID: 0000-0002-3438-0086

*Pryazovskyi State Technical University, Mariupol, Universytets'ka 7, 87555**Приазовський державний технічний університет,**Маріуполь, вул. Університетська 7, 87555*

Abstract. *The "human factor" remains one of the main stochastic factors affecting road safety. To reduce adverse effects, as well as to take into account the individual physical, psychological, behavioral and other characteristics of drivers in monitoring and operational planning of transport processes, it is advisable to systematize psychophysiological conditions, determine the preconditions that shape them and develop methods for further use of collected data.*

Keywords: *transport, automobile, influence, stochastic, driver, condition, mental, physical, medicine.*

Introduction.

Road traffic is a complex multi-level process, which, in addition to predicted factors, is influenced by a number of stochastic factors. A significant role in the stochastic influence is played by the peculiarities of the psychophysiological state of drivers, which can cause dangerous situations, lead to traffic accidents, congestion, etc. To combat such adverse effects, it is important to summarize individual psychophysiological influences, establish links between them, and analyze ways to prevent possible dangers.

Analysis of recent research and publications.

There are many works devoted to individual influences, but so far no clear systematization has been developed, without which the provision of such data to computational and planning systems seems impossible.

Driving requires from the driver complete concentration on the road, constant monitoring of changes and prompt response to them. In this case, the human body undergoes significant emotional, mental and physical stress, which can lead to dangerous consequences. This situation can be exacerbated by chronic or acute illness, stress or depression, and other external factors that affect the driver's health, ability to make and implement decisions related to driving. [1, 2, 6]

Setting objectives.

Considering the traffic flow as a set of interconnected transport units moving within the city's road network, it is easy to imagine how important the psychophysiological state of drivers plays for safe and uninterrupted traffic. [7] Since it is not possible to formalize it precisely in the form of a mathematical description, it is advisable to consider this factor as stochastic, using probability theory to predict



possible driver errors, as well as expert information to establish logical relationships between them and other factors affecting Road traffic. [6, 7] To do this, you need to find out what elements make up a person's psychophysiological state and what exactly leads to changes in it.

Presenting main material.

Factors that shape the psychophysiological state of the driver can be divided into two broad categories: previous and current. The first category includes chronic human diseases and their exacerbations that occur before the start of movement, pharmacological effects (including alcohol, tobacco, drugs, medicines), long-term mental and emotional states. [2, 7, 11] These factors are prolonged in time, they can and should be taken into account to assess the driver's ability to get behind the wheel in a certain period of time. Current factors include those conditions that occur directly during movement, such as fatigue, stressors, false sensations (visual, auditory and other illusions). [1, 6, 10] Graphically, the elements of these categories and the relationships between them are formalized in fig. 1.

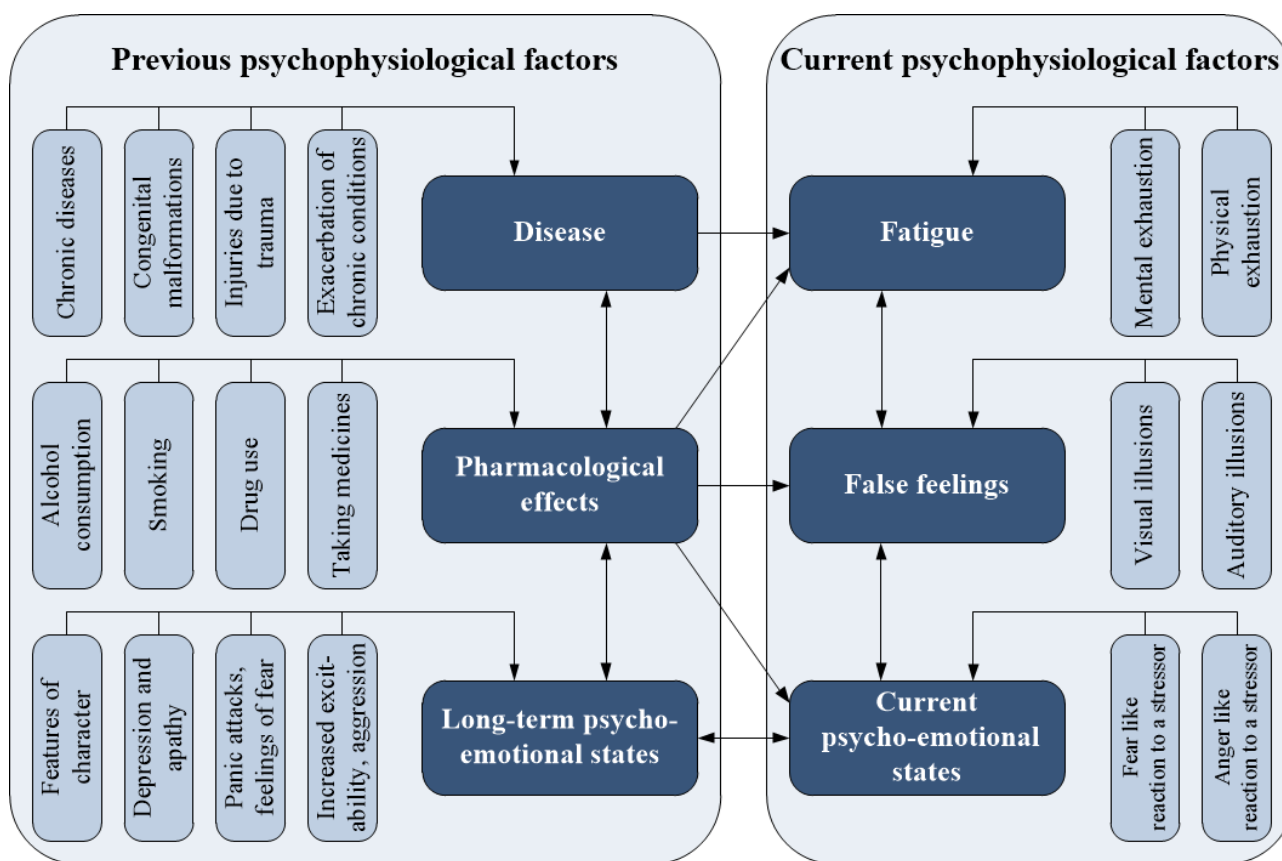


Fig. 1 - Classification of factors that shape the psychophysiological state of the driver, and the relationship between them

Analyzing the above scheme, we can conclude that previous psychophysiological factors are, in most cases, partially predictable and controlled, and current factors are seen as completely unpredictable. That is, long-term changes in the driver's condition can be taken into account by analyzing statistics and creating mathematical approximations based on the collected information, while short-term effects on the driver's psychophysiological condition can only be described using a



known frequency factor. It is important to understand that such statistics are not conducted due to the excessive complexity and subjectivity of this task. [3, 7]

Chronic conditions of drivers, exacerbations of chronic diseases, congenital and acquired defects, as well as injuries due to trauma or natural aging of the body means a set of physical factors that affect a person's ability to respond to external stimuli and take action to ensure their own safety and the safety of others road users. An important role is played by syndromes and diseases that directly or indirectly affect human perception, the rate of fatigue. [7, 13] Equally dangerous are injuries in which the driver is physically unable to perform certain actions, such as applying sufficient force to the vehicle's controls. Such conditions must be carefully analyzed during the medical examination for a driver's license, but there are numerous cases where a person's health has deteriorated significantly in a short period of time. [10]

Human diseases are directly and inversely related to pharmacological effects on the body. In the first case, the presence of the disease requires the driver to take drugs, some of which may to a greater or lesser extent affect the central nervous system, inhibiting the reaction and causing other changes in behavior. [1, 6] More detailed information on this subject is given in fig. 2.

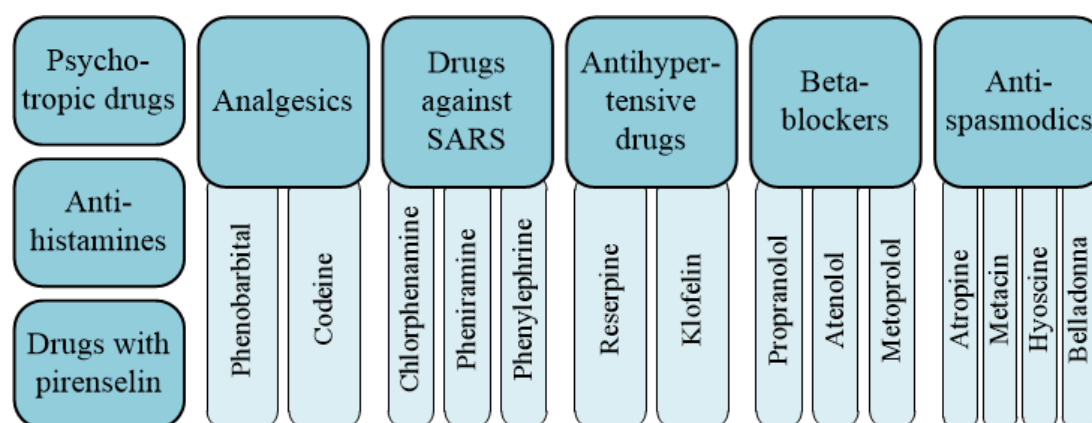


Fig. 2 - Some groups of drugs which affect the speed and accuracy of the driver's reaction

Sometimes the disease causes the intake of dangerous substances (alcohol, some drugs) that suppress pain and other unpleasant sensations, but they also have a destructive effect on the nervous system, distort behavioral reactions. More common feedback in this system, ie the emergence of the disease as a natural reaction of the body to the systematic intake of hazardous substances (alcoholism, drug addiction, substance abuse, smoking, etc.). This can damage various organs and systems, leading to both physical and psychological defects. [7]

As for the typical psycho-emotional state of the driver, it is formed by a number of external factors, which are completely subjective. First of all, it is about the nature and peculiarities of the worldview of a particular person, but they are joined by an individual reaction to certain life situations, more or less logical causal relationships of mental state with the interaction of the subject with others. [1, 8, 11] Characteristic destructive phenomena are apathetic disorders, in particular depression, chronic stress, post-traumatic stress disorder, etc. Prolonged panic



attacks, feelings of fear or aggression (reactions such as "fight or flight") are also quite common. Unlike apathetic disorders, they not only reduce concentration and inhibit the driver's reaction, but also make his behavior unpredictable - a person in this state can completely neglect both their own safety and the safety of other road users. [11, 12] Of course, such conditions also have a two-way relationship with a group of pharmacological effects. In some cases, they are either caused by or taken by certain substances.

An important factor in understanding the possible behavior of the driver on the road is his temperament. Thus, people with "strong" temperament types (sanguine, choleric, phlegmatic) act in a controlled and predictable way, although not always safe for others. Practice shows that sanguine and phlegmatic are the most responsible drivers, while the reaction of choleric to the pathogen can be inadequate and dangerous for him and others. As for melancholics, in difficult road situations they are prone to apathy and stupor, almost incapable of active action to prevent danger or combat its consequences. [5, 9, 13] Of course, the above models of behavior are isolated hypertrophied temperaments, which are very rare in real life. Therefore, to predict the behavior of drivers by the statistical method, taking into account their temperament, it is advisable to use the so-called "Eysenck's Circle", shown in fig. 3.

The information collected from Eysenck's psychological test allows us to determine the approximate percentage of drivers' temperaments and use this data to globally predict their behavior on the road. At the same time it becomes possible to model the behavior of intra-temperamental subgroups. [1, 11]

Long-term psycho-emotional states of the driver play a key role in understanding his short-term state of mind. Enhanced by stress before the start of traffic or directly on the road, they can form an unexpected emotional reaction, cause destructive actions or, conversely, a state of complete inactivity when activity can save lives (stupor). [5, 9] The role of stressors can be played by an obvious problem, such as an accident or inappropriate behavior of other road users, and factors that are relevant only to this particular person, such as irrational fears, reminders of traumatic events and more. Such an unpredictable reaction is one of the biggest threats in the driver-car-road system. [2, 5, 6]

A common current factor that affects traffic safety is false feelings, ie those that seem real to the driver but do not reflect reality. The most famous of these are visual illusions - distorted perception of distances, sizes, shapes and colors of objects. In conditions of rapid changes in the road situation and a large number of distractions (noise, flashes of light), they occur even in completely healthy people. [1, 7] At the same time, the driver often does not understand that he is dealing with an illusion - his consciousness uses this image as the only true one and is guided by it for making operational decisions. The consequences of such mistakes can be catastrophic. Less common auditory illusions. They can be related to incorrect perception of sounds (for example, normal engine operation may seem incorrect in certain circumstances), perception of sounds when they do not exist, or, conversely, temporary psychosomatic deafness to all or certain sounds. The last situation is especially dangerous when the driver is not able to react in time to the sound signal or noise of the approaching vehicle. [1, 2, 8]

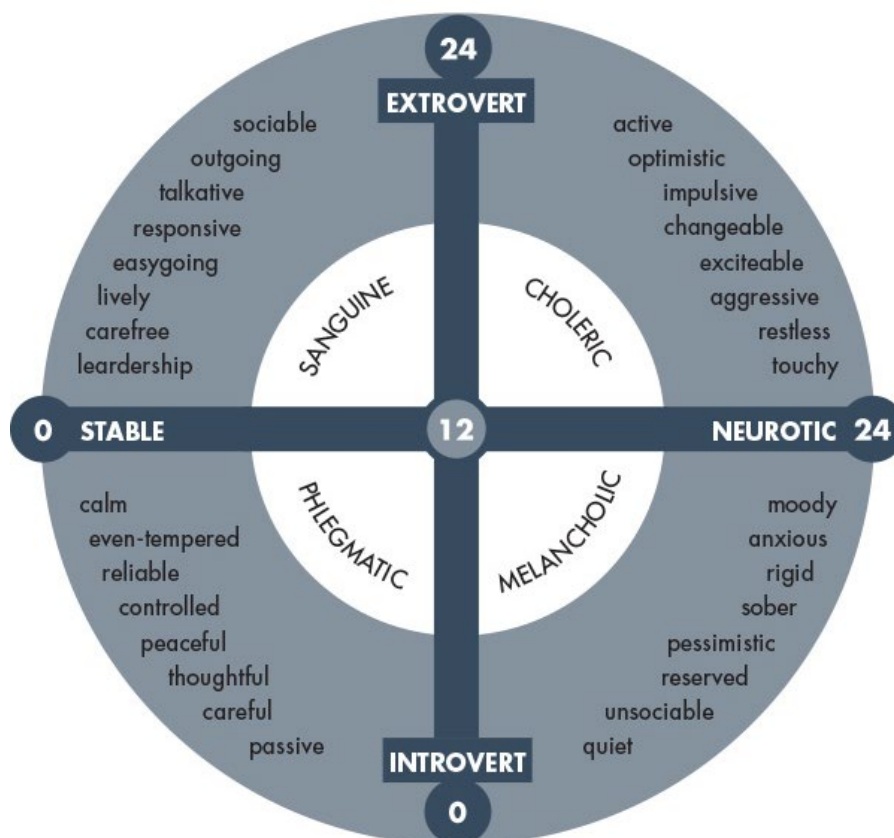


Fig. 3 - Results of the Eysenck Personality Questionnaire

The connection between false sensations and the level of driver fatigue has been proven - the longer a person stays behind the wheel, the less he can trust his own senses. In addition, it is obvious that false feelings can be caused by exposure to psychotropic substances. It is, first of all, about alcohol and drugs - the distortion of feelings caused by them often leads to road accidents and other serious consequences. [2, 6, 10] Fatigue is now considered one of the main problems that leads to errors in driving. In the professional activity of drivers, the time spent behind the wheel is strictly regulated, additional intervals for rest are introduced, intensive driving is prohibited for several days in a row. [11, 12]

But it is important to understand that the degree of fatigue is a subjective quantity that depends on gender, age, health and other individual characteristics. Therefore, the task of fatigue control is largely the responsibility of the person - he must analyze their own condition and take measures to avoid mistakes due to excessive overload. [9, 12, 13]

A special phenomenon is the traffic crime, when actions that led to the death or injury of people, damage to property and other dangerous consequences were committed by the driver intentionally. Often such actions are masked by the offender under the influence of psychophysiological factors. [4, 12] The task of separating the real crime from accidental driver errors is the responsibility of law enforcement agencies, but such actions should also be taken into account when predicting the stochastic effects of individual condition of drivers on the transport process. [3, 4, 6]

Collecting analytical information and identifying approximations to calculate the probability of stochastic effects of a psychophysiological nature is a complex multi-



level process that requires additional research. Based on the above classification and the establishment of direct and feedback links, it is possible to form a theoretical basis for future study in this area.

Conclusions. The general psychophysiological state of the driver is a complex system of his long- and short-term psycho-emotional states, chronic and acute diseases, pharmacological influences, false sensations, fatigue and other factors that are in constant interaction. This complicates the collection of information on the psychophysiological states of road users, but does not make it impossible - with the help of statistical arrays, inductive and deductive methods based on external influences of other stochastic factors, you can not only form a general picture of drivers, but also roughly model the behavior of most road users. Regulatory restrictions, psychological and pharmacological examinations, information systems and other means of external influence also make this system sufficiently controlled. In their development, as well as in the development of planning and analytical mechanisms, is the key to a "healthier" and safer movement.

Література

1. Artemova, S. G. Transportnaja psihologija [Text] : ucheb. posobie / S. G. Artemova, O. V. Dushko ; M-vo nauki i vyssh. obrazovanija Ros. Federacii, Volgogr. gos. tehn. un-t. – Volgograd : VolGTU, 2019. – 199 p.
2. Borisova, S. E. Psihologicheskie osobennosti voditelej, vlijajushhie na bezopasnost' dorozhnogo dvizhenija [Text] / S. E. Borisova // Nauka i praktika. – 2015. – № 1 (62). – P. 16–19.
3. Dudko, N. I. Pravila i bezopasnost' dorozhnogo dvizhenija: osnovy psihologii truda voditelja i jetika ego povedenija [Text] / N. I. Dudko, V. R. Petrovec. – Gorki : BGSMA, 2015. – 96 p.
4. Efimova, E. O. Lichnost' voditelja i situacija v mehanizme sovershenija dorozhno-transportnyh prestuplenij [Text] : dis. ... kand. jurid. nauk / Efimova Elena Olegovna. – Moskva, 2014. – 205 p.
5. Ermolaev, V. V. K voprosu o kriterijah professional'no-psihologicheskogo otbora voditelej [Text] / V. V. Ermolaev, A. I. Chetverikova // Vestn. Moskov. gos. gumanitar. un-ta im. M. A. Sholohova. Serija «Pedagogika i psihologija». – 2014. – № 2. – P. 105–112.
6. Hohlova, E. V. Avtotransportnaja psihologija [Text] : ucheb. posobie / E. V. Hohlova. – Syktyvkar : SLI, 2018. – 176 p.
7. Kapskij, D. V. Psihofiziologija uchastnikov dorozhnogo dvizhenija: (Avtotransportnaja psihologija) [Text] : ucheb.-metod. posobie / D. V. Kapskij, I. I. Lobach, P. A. Pegin. – Minsk : BNTU, 2016. – 302 p.
8. Klebel'sberg, Diter. Transportnaja psihologija [Text] / D. Klebel'sberg ; pod red V. B. Mazurkevicha ; per. s nem. A. B. Tarasova. – Moskva : Transport, 1989. – 367 p.
9. Konoshenko, B. A. Psihologicheskie osobennosti truda voditelej taksi megapolisa [Text] : dis. ... kand. psiholog. nauk / Konoshenko Bogdan Aleksandrovich. – Mytishhi, 2019. – 221 p.
10. Kozlov, V. V. Psihologicheskie pravila bezopasnogo vozhdenija:



(jeffektivnye sposoby profilaktiki DTP) [Text] / V. V. Kozlov. – Moskva : Avtopolis-pljus, 2005. – 64 p.

11. Psihologicheskie osobennosti cheloveka pri upravlenii avtomobil'nym transportom [Text] : ucheb. posobie / V. Ja. Bujlenko [etc.]. – Moskva : MADI, 2017. – 172 p.

12. Romanov, A. N. Nadezhnost' voditelja [Text] : ucheb. posobie / A. N. Romanov, P. A. Pegin. – Habarovsk : Izd-vo TOGU, 2006. – 376 p.

13. Vasilenko, V. A. Psihologicheskie osobennosti voditelja, kak faktor bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija [Text] / V. A. Vasilenko // Molodoj uchenyj. – 2013. – № 2. – P. 309–312.



UDC 625.144.5

**ORGANISATION OF VEHICULAR AND PEDESTRIAN TRAFFIC
THROUGH THE RAILWAY CROSSING****ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА И
ПЕШЕХОДОВ ЧЕРЕЗ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПЕРЕЕЗД****Kravchenya I.N. / Кравченя И.Н.***Ph.D. in Engineering Science., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-2670-639X

SPIN: 9108-9419

Dauhulevich V. A. / Довгулевич О.А.*Senior Lecturer / старший преподаватель*

ORCID: 0000-0002-3049-1387

SPIN: 6534-4202

*Belarusian State University of Transport, Gomel, Kirova 34, 246653**Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, ул. Кирова 34, 246653*

Abstract. The article deals with the traffic indicators at the investigated railway crossing located at the intersection of Gagarina Street and Ukrainskaya Street in the city of Gomel (Belarus). The analysis of the current position of the traffic management scheme, the operation of the regulated facility, as well as the intensity of vehicles and the composition of the traffic flow was carried out.

Keywords: railway crossing, traffic management schemes.

Introduction

The increasing concentration of road transport in cities, while maintaining the overall volume of the street and road network, creates problems for the functioning of traffic flows.

In many cases, railway crossings are bottlenecks, as they cannot cope with increasing traffic flows that severely limit the capacity of roads or streets in populated areas. The longest delays of vehicles and pedestrians occur at them, often resulting in long queues, congestion, etc. Congestion at railway crossings and increased traffic intensity through railway crossings leads to an increase in the number of road accidents in their locations, as well as worsens the environmental situation [1-2].

When justifying a traffic management option for vehicles and pedestrians on a particular section of the street and road network located in the railway crossing area, it is of practical interest to develop a methodology to predict traffic conditions there.

A theoretical description of road traffic situations occurring at an intersection of railways and roads at the same level using mathematical methods is not possible without prior formalisation [3-4].

Statement of basic materials

When considering the indicators of traffic on the object under study, we should highlight those that are the most important. These indicators include the analysis of the existing position of the traffic management scheme, the operation of the regulated object, as well as the intensity of traffic of vehicles and the composition of the traffic flow. The road network to be audited was the unregulated intersection at the junction of Ukrainskaya Street and Gagarin Street in Gomel city (Belarus), as well as the railway crossing located at this intersection (Figure 1).

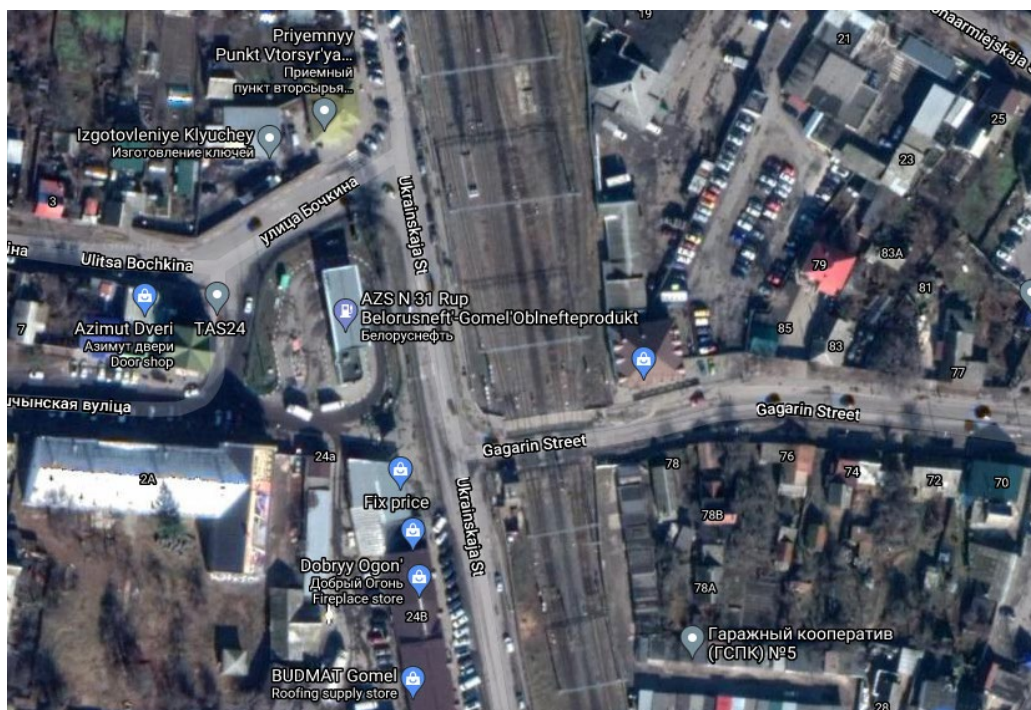


Figure – 1 The intersection at the junction of Ukrainkaya Street and Gagarin Street

The audit covered arrangement, condition, functionality of the railway crossing, conditions of visibility and traffic at the crossing, as well as organization of road traffic at the crossing.

The main road at the crossing changes its direction. According to TCP-45-3-03-227-2010 it has the road category 3 and accordingly has one carriageway - 1-2 lanes in each direction. The width of each lane is 3.5 m. Traffic flows prevail in the main direction and mainly consist of passenger vehicles. The condition of the pavement and pavements at the intersection is satisfactory. The street cannot be crossed by pedestrian crossing, the condition of pedestrian fencing on pavements is satisfactory, the roadway has small depressions in places, most depressions are patched, and the curbstone is damaged in some places. There are also lampposts, power lines and sewer manholes. Condition of technical means of traffic management is satisfactory, namely: road signs - good condition; road markings - missing or partially obliterated; traffic control devices work properly, no contamination; pedestrian barriers - in rare cases damaged. Lateral visibility in the "vehicle to vehicle" conflict is unsatisfactory. Objects reducing visibility are railway box, concrete fence which is almost not transparent, lampposts and supports of technical traffic control equipment, pedestrian fences. There is virtually no green space within the intersection; however, there are many objects of gravity for pedestrians (Figure 2).

During the observation period, an extensive number of traffic violations by both drivers and pedestrians were observed. The following violations by drivers were identified during the audit. Major traffic flows mainly on the main road, and it is difficult to join the queue of vehicles on the main road when the railway crossing is closed on the side of the secondary road. This increases the waiting time for turning. Consequently, vehicles on the secondary road start to break the rules. If the crossing is closed, there is a long queue on the main road (Figure 3).

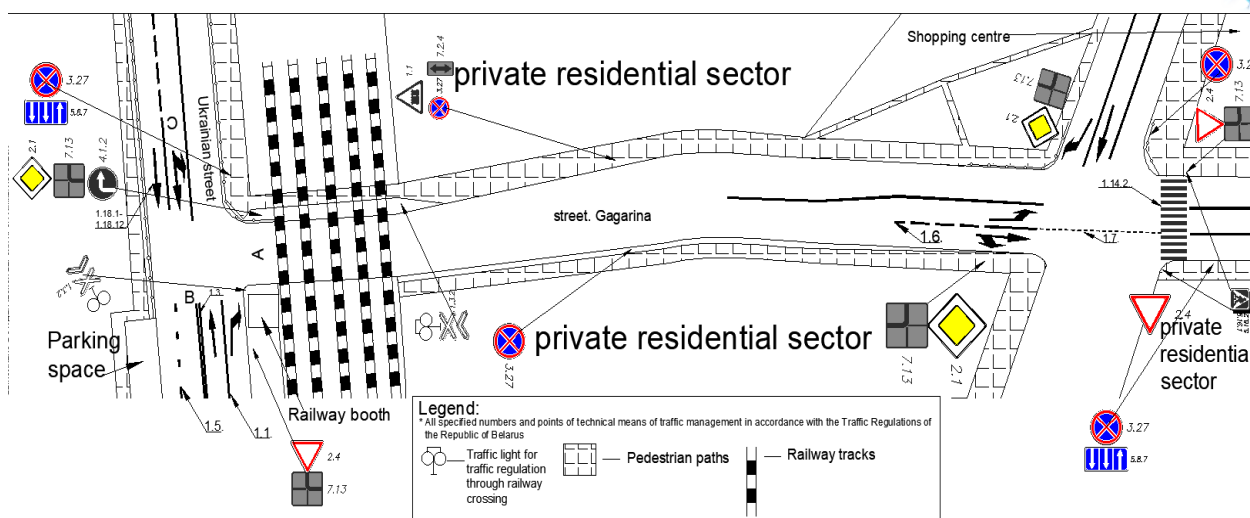


Figure – 2 The scheme of the investigated section of the road network



Figure – 3 Long queues at the railway crossing

Vehicles at the end of the queue begin to overtake or outrun, trying to take the leading position in the queue or to pass the railway crossing at the forbidden signal, thereby creating emergency situations for other drivers. With this aggressive driving style, they increase the accident rate and anger other drivers.

For the study data on traffic intensity and composition of traffic flow at the approach to the railway crossing were collected. A single survey of the reduced intensity of traffic arrival at the crossing was conducted for 20 minutes for each study period equal to 1 hour. The study periods were the morning and evening rush hours (7:00-10:00, 17:00-19:00) during the three-day observation period. Thus, measurements were taken 6 times. Traffic intensity and composition of traffic flow at the approach to the railway crossing is shown in Table 1.



A mathematical model of the movement of vehicles and pedestrians at the approach to the railway crossing Gagarina Street - Ukrainskaya Street can be presented as a queuing system and a simulation model has been created.

Table 1 - Traffic intensity and composition at the approach to the railway crossing Gagarina Street - Ukrainskaya Street

Date	Time	Traffic intensity and composition			
		N_1		N_2	
		passenger transport	cargo transport	passenger transport	cargo transport
07.11.2021	07:00-08:00	225	15	282	9
	08:00-09:00	195	9	303	9
	09:00-10:00	189	12	255	6
	16:00-17:00	603	9	540	15
	17:00-18:00	669	15	588	39
	18:00-19:00	594	12	519	12
08.11.2021	07:00-08:00	189	9	240	3
	08:00-09:00	207	12	288	6
	09:00-10:00	198	12	312	9
	16:00-17:00	576	15	585	18
	17:00-18:00	585	18	558	21
	18:00-19:00	603	21	594	18
09.11.2021	07:00-08:00	288	15	195	9
	08:00-09:00	225	18	201	12
	09:00-10:00	204	12	198	9
	16:00-17:00	534	27	405	12
	17:00-18:00	561	33	423	12
	18:00-19:00	612	24	582	15

Conclusions

Study of road and pedestrian traffic organisation and intensity across the railway crossing Gagarina Street - Ukrainskaya Street is the basis for developing a simulation model in GPSS World. The model simulation of vehicle and pedestrian traffic at the railway crossing will make it possible to analyse its work - to determine the downtime and queue length of vehicles and pedestrians in the railway crossing; to substantiate the choice of options to improve traffic conditions at the railway crossing



- the construction of additional traffic lanes, an overpass, traffic organization in Gomel. The obtained results can be implemented in the work of the Gomel branch of the Belarusian Railway.

References:

1. Dauhulevich V., Azemsha S. Reducing the negative impact of vehicles on air quality by optimizing the traffic light cycle at the intersection // ECOLOGICA, Vol. 26, № 96. – Beograd, 2019. – P. 499-504
2. Kravchenya I. N., Luzhanska N. O., Lebid I. H. Evaluation of Accident Rate Dynamics Involving Vulnerable Road Users in the Gomel Region // SWorldJournal, № 8 (1). – Bulgaria, Svishtov: SWorld & D.A. Tsenov Academy of Economics, 2021. – P. 134-139.
3. Lebid I., Kravchenya I., Dubrovskaya T., Luzhanska N., Berezovyi M., Demchenko Ye. Identification of the railway reconstruction parameters at imposition of high speed traffic on the existing lines // MATEC Web of Conferences, V. 294. – EDP Sciences, 2019. – Article 05003.
4. Taha, Hamdy A. Operations research: an introduction. – 10 th ed. – New Jersey: Upper Saddle River, 2017.

Аннотация. При обосновании варианта организации движения транспортных средств и пешеходов на конкретном участке улично-дорожной сети, расположенном в зоне железнодорожного переезда, практический интерес представляет разработка имитационной модели. Для разработки имитационной модели были рассмотрены показатели дорожного движения на исследуемом железнодорожном переезде, расположенном на пересечении улиц Гагарина и Украинской в городе Гомеле (республика Беларусь). Проведен анализ существующего положения схемы организации дорожного движения, работа регулируемого объекта, а также интенсивность движения транспортных средств и состав транспортного потока.

Keywords: железнодорожный переезд, схемы организации дорожного движения.

Article submitted: 24.01.2022 г.

© Kravchenya I.N., Dauhulevich V. A.



UDK 656.138

TINTING OF CAR GLASS: ANALYSIS OF THE CURRENT SITUATION IN UKRAINE AND THE EXPERIENCE OF OTHER COUNTRIES ТОНУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО СКЛА: АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ В УКРАЇНІ ТА ДОСВІД ІНШИХ КРАЇН

Tarasenko O. V./ Тарасенко О. В.

sen. lec. / ст. викл.

ORCID: 0000-0001-7882-5481

Kharchenko T. V./ Харченко Т. В.

sen. lec. / ст. викл.

ORCID: 0000-0003-4587-4652

Lebid H. O./ Лебідь Г. О.

sen. lec. / ст. викл.

ORCID: 0000-0001-5005-2923

Matviienko A. A./ Матвієнко А. А.

student / студент

ORCID: 0000-0002-7657-8402

Leskova T. O./ Лескова Т. О.

student / студент

ORCID: 0000-0002-7592-0907

Національний університет «Запорізька політехніка»,

Запоріжжя, Жуковського, 64, 69063

National University "Zaporizhzhia Polytechnic",

Zaporizhzhia, Zhukovsky, 64, 69063

Abstract. The paper considers the issues of tinting of car glass, the allowed degree of tinting of glass, determines the percentage of drivers - violators of regulations and the causes of this phenomenon. Proposals to reduce the number of violations by drivers of private vehicles are also being considered.

Key words: tinting of car glass, road users, traffic safety, statistics of road accidents.

Introduction

Nowadays, more and more drivers are tinting the glass of their vehicle. This makes the interior of the car protected from the outside world, somewhat blocks ultraviolet and infrared radiation and makes the vehicle itself visually appealing. But not all drivers follow the rules and regulations of tinting, and this often leads to unpleasant situations: fines, problems with the police or even traffic accidents.

Objective of the research

The experience of leading countries and the study of the state of compliance of drivers of vehicles with individual use of the requirements for standards for tinting car glass is of interest to determine the factor influencing the state of accidents on the roads of Ukraine.

Statement of the main material of the research

Car glass tinting is a change in the color and reflective properties of car windows. Typically, tinting is used to obtain a sunscreen effect and to save fuel for the operation of the air conditioner, as it consumes much less energy to maintain comfortable conditions in the cabin [1].

Tinting glass also gives a presentable appearance of the car, emphasizes its



beauty and individuality, makes it more attractive. Tinting also protects the driver and passengers from too bright sun, hides from prying eyes the interior of the car, prevents burnout of interior parts and reduces the heating of the cabin on a hot day [2].

Let's try to understand what degree of darkening of car glass is considered admissible according to the Ukrainian norms.

To begin with, let's turn to the Rules of the Road (SDA) of Ukraine [3]. The note to sub-clause 31.4.7 reads as follows:

“Transparent colored films can be attached to the top of the windshield of cars and buses. It is allowed to use tinted glass (except mirror), the light transmission of which meets the requirements of GOST 5727-88 [4]. It is allowed to use curtains on the side windows of buses.

According to this GOST, the light transmission of glass, which provides visibility for the driver, must be at least:

- 75% - for windshield (this is the glass used for glazing the front section of vehicles);
- 70% - for non-windscreen glass included in the driver's field of vision, which determines the front visibility;
- Mirror film must not be applied to the rear window;
- on a windshield it is possible to glue a sun protection strip (to 14 cm);
- light transmission of other glass, which is not wind, is not normalized (Fig. 1) [1; 4; 6].



Fig. 1 - Permitted degree of light transmission

Source: [1]

There are several types of tinting films:

- metallized (with a thin coating of aluminum - does not burn out for a long time, protects from the sun, but negatively affects the work of mobile communications in the cabin);



- color (creates the effect of staining the glass, it is important that the driver does not distort the colors of the cabin);
- with the transition of color (glass seems multicolored, helps from glare, retains visibility);
- removable film (you can remove and glue back yourself);
- athermal (always passes compliance checks, protects from the sun);
- carbon [7; 8].

What dangers does the driver of the car expose himself to in the case of unregulated tinting of the glass? Many drivers, when ordering a tinting service, make serious mistakes, because if you do not follow GOST, the following tinting:

1. Will impair visibility in the dark and in bad weather;
2. Complicate the inspection for drivers of neighboring cars in corners and pedestrian crossings;
3. Coatings with a mirror effect, especially at night, can blind drivers [5].

With "double" toning, internal reflections are not excluded, when, for example, in the left side window you can see the reflection of the car ahead of you on the right.

There are also purely technical problems associated with tinting. For example, metallized film degrades mobile and GPS signals. Particular attention should also be paid to light and rain sensors, which are installed at the top of the windshield. In order for them to work correctly, they cannot be tinted [9].

Results and discussion

The authors conducted a study on the number of drivers of vehicles that operate their vehicles with tinted glass that exceed regulatory parameters. The observations took place in Zaporizhia on Soborny Avenue on weekdays from 10 a.m. to 11 a.m. in the direction of the central part of the city. According to the results of observations, 26.45% of cars are operated in violation of paragraph 31.4.7 of the Traffic Code of Ukraine.

Moreover, deep tinting of the windshield or windshield of cars dangerously affects the visibility of the driver of potential obstacles to the movement of the vehicle, such as pedestrians, cyclists, small vehicles, especially at dusk, cloudy weather during the autumn - winter period.

Study of statistics of road accidents on the roads of Ukraine by time of day for 2019-2020 [10] shows an increase in the number of accidents compared to the previous period, especially at dusk, when the visibility of vehicles, pedestrians and other road users is deteriorating (Fig. 2). Analyzing the statistics on the time of commission, we conclude that most accidents occur in the evening, during the evening twilight, which accounts for the second "peak" of traffic intensity.

Undisciplined drivers are not deterred by the growing level of danger for road users while driving a tinted car at dusk or gloomy weather, or the threat of fines. They are not constrained by the fact that according to the Code of Ukraine on Administrative Offenses, a fine of UAH 340 is provided for violation of the norms of tinting of automobile glass (Article 121, part 1). Repeated during the year the commission of any of the violations provided for in Part 1-3 of this article is punishable by deprivation of the right to drive a vehicle for a period of 3 to 6 months or administrative arrest for a period of 5 to 10 days (Article 121, Part 4) [11].

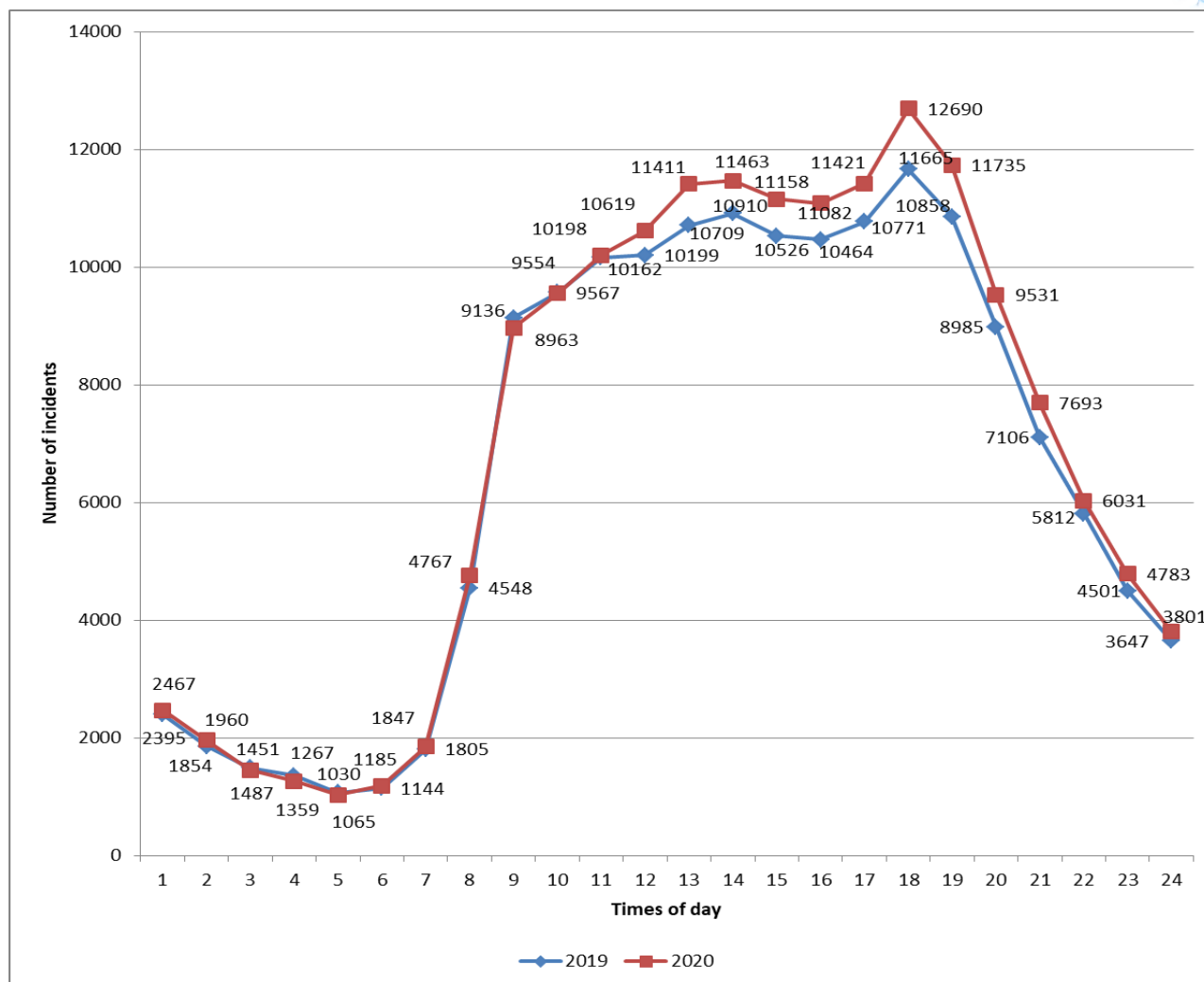


Fig. 2 - Comparison of the number of incidents by time of day

Source: [10]

Checking the level of tinting of car glass is performed using a light transmittance meter (taumera). However, according to sub-item “b” of item 2.4 of the Traffic Regulations of Ukraine, police officers do not have the right to inspect the technical condition of vehicles that are not subject to mandatory technical control in accordance with the law (changes in the Traffic Regulations of January 23, 2019). Resolution № 46 of the Cabinet of Ministers of Ukraine amended the Rules of the Road, which do not allow traffic police officers to check the technical condition of vehicles for individual use [12].

Interestingly, analyzing the experience of other countries, we observe the mandatory implementation of current regulations regarding the tinting of car glass. For example, in the United States, the requirements for tinting the glass of private vehicles vary depending on the specific state (Fig. 3) [13]. The general requirements are as follows: at least 70% light transmission (30% tint) for windshield and front side windows, the rest of the glass can be tinted without restriction in the presence of two side mirrors [14].

In the UK, 25% tinting is allowed for the windscreen (75% light transmission) and 30% tinting for the front side (70% light transmission). The rear windows can be tinted without restrictions [15]. Similar restrictions apply to drivers in Poland and



Sweden.

In Australia, there are other permissible toning standards for cars: windshield 70% light transmission, side and rear - at least 35% [16].

For example, in France, tinting of the windshield is prohibited, except for a 10 cm strip at the top for sun protection. The front side windows, in accordance with the requirements of UNECE Regulation №43 [17], must have a degree of light transmission of at least 70%. Tinted rear windows are allowed, provided that the car is equipped with 2 side mirrors [18].

Interesting experience of glass tinting in Central Asian countries, such as Uzbekistan, Kyrgyzstan and Tajikistan. There, drivers pay annually for a permit to tint the glass of their car in accordance with regulations. Moreover, the cost of the permit for tinting is a significant amount [19; 20; 21]. And fines for excessive tinting of car warehouses are the same as in other countries.

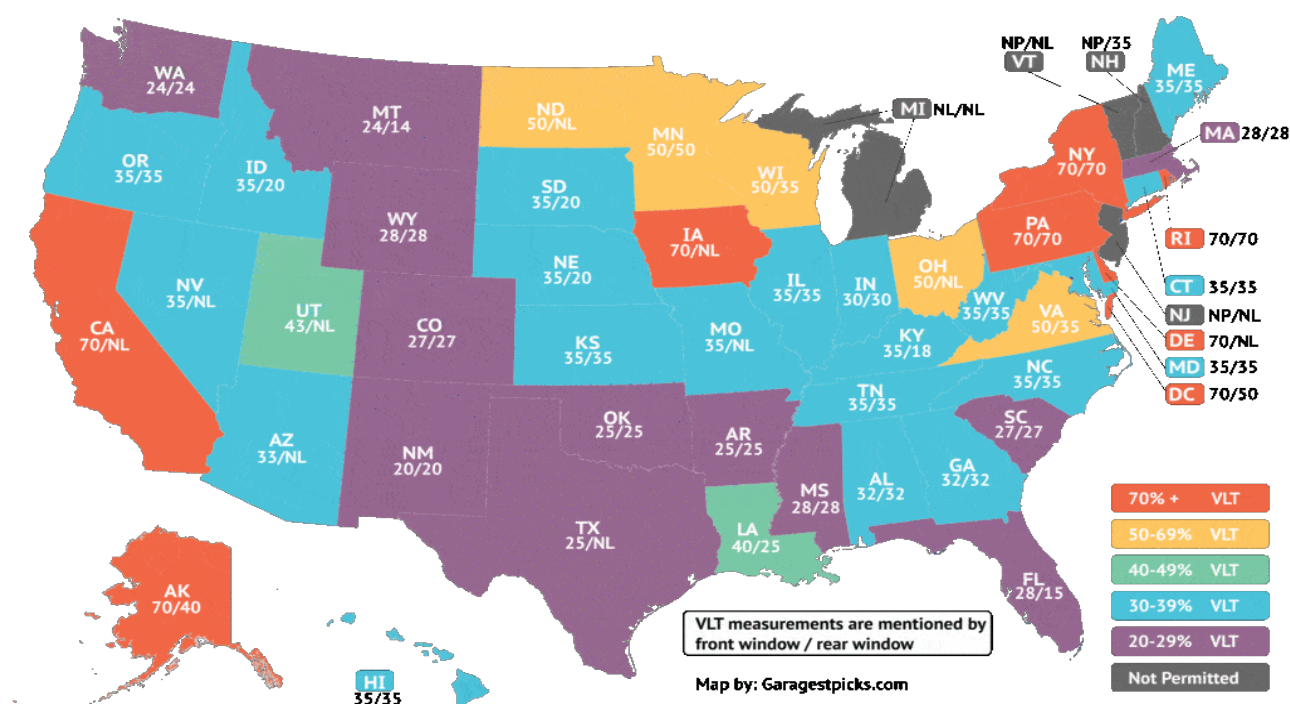


Fig. 3 - Car glass tinting standards in the United States

Source: [13]

In Ukraine, unfortunately, the police currently do not have the opportunity to check the level of light transmission of tinted car glass, which is not used for commercial purposes.

In such limited working conditions of traffic police officers, it does not make sense to point out the lack of a sufficient number of facilities for monitoring the technical condition of vehicles, stationary or mobile traffic police posts equipped with devices for monitoring the technical condition of cars. Because commercial vehicles usually have tinted glass that meets current standards. As a rule, only undisciplined drivers of private vehicles violate traffic rules.

Conclusions

As noted above, the inability of traffic police to check the technical condition of private vehicles leads to a large number of offending drivers who ignore the



requirements of paragraph 31.4.7 of the Traffic Code of Ukraine, which significantly affects the state of accidents on roads and streets of settlements. It is established that 25% of drivers of private cars violate the requirements of the Traffic Rules. Such actions of undisciplined drivers have a negative impact on the state of accidents on the roads of Ukraine, especially at dusk and cloudy weather, autumn-winter period.

It is expected that the introduction in September 2022 of mandatory technical control of personal transport, which has been discussed for many years, will control the technical condition of vehicles, and especially - tinting of car windows. However, there is a possibility for undisciplined drivers to use actions when removing the tinting film before passing the technical inspection, and after passing the inspection procedure to tint the oversized glass again and drive for the next 2 years before the next inspection. To counteract such actions of drivers, it is proposed to introduce the practice of mass inspection of technical condition of vehicles on the roads, which, as mentioned above, is currently absent in Ukraine, and personal cars are not allowed to check according to changes in traffic rules!

In order to increase the level of road safety and reduce the state of accidents on the roads of Ukraine, without waiting for the introduction of mandatory technical control of personal transport, it is proposed:

1. Amend sub-item "b" of item 2.4 regarding the right of police officers to inspect the technical condition of all vehicles, not only those that are subject to mandatory technical control in accordance with the law (changes in the traffic regulations of January 23, 2019). To rectify a legal case where police officers do not officially have the right to check the technical condition of private transport.

2. To propose to the leadership of the National Police of Ukraine to increase the number of personnel of the Traffic Police for more intensive control of drivers violating the requirements of the Traffic Code of Ukraine on the roads of the country. Introduce the practice of mass inspection of technical condition of vehicles, especially tinting of windshields and front side windows that affect road safety, especially at dusk or in cloudy weather, autumn-winter period.

References

1. Permitted level of tinting of car glass [Electronic resource] – Access mode to the resource: <https://xn--h1afceeb4a.xn--j1amh/avtoadvokat/tonuvannja/>
2. Car glass tinting [Electronic resource] – Access mode to the resource: <https://autoscan.lviv.ua/>
3. Rules of the road of Ukraine [Electronic resource] – Access mode to the resource: <https://vodiy.ua/pdr/>
4. GOST 5727-88. Glass is safe for land transport. General technical conditions [Electronic resource] – Access mode to the resource: <http://vilex.com.ua/2-uncategorised/240-tonirovka-avtomobilya-soglasno-pdd-i-gostu-5727-88.html>
5. Pros and cons of tinting glass in the car [Electronic resource] – Access mode to the resource: <http://autonews-ua.info/more.html?id=20963>
6. Penalty for tinting 2021 [Electronic resource] – Access mode to the resource: https://protocol.ua/ua/shtraf_za_tonuvannya_2021_tonovane_sklo_avtomobilya_yak_ne_otrimati_shtraf/



7. How not to tint the car glass [Electronic resource] – Access mode to the resource: <https://news.obozrevatel.com/ukr/economics/fea/zaberut-prava-i-oshtrafuyut-yak-i-chomu-ne-mozhna-tonuvati-sklo-mashini.htm>
8. Rules for tinting glasses in Ukraine [Electronic resource] – Access mode to the resource: <https://autostate.com.ua/uk/pravila-tonuvannya-stekol-v-ukraini.html>
9. Car tinting. For and against [Electronic resource] – Access mode to the resource: <https://www.vashkiivtsi.com/blog/tonuvannya-avtomobilya.html>
10. Traffic accident statistics in Ukraine [Electronic resource] – Access mode to the resource: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/>
11. Code of Ukraine on Administrative Offenses (Articles 1 - 212-24) [Electronic resource] – Access mode to the resource: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/80731-10/page5#n958>
12. Cabinet of Ministers of Ukraine. Resolution of January 23, 2019 № 46 On amendments to some resolutions [Electronic resource] – Access mode to the resource: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/46-2019-%D0%BF#Text>
13. Car glass tinting standards in the United States [Electronic resource] – Access mode to the resource: <https://allfloridatinting.com/united-states-tint-laws>
14. Experience in glass tinting in countries. [Electronic resource] – Access mode to the resource: <https://repost.uz/zato-ne-jarko>
15. Car glass tinting in the UK [Electronic resource] – Access mode to the resource: <https://www.dynamictinting.co.uk/law/>
16. Car glass tinting in Australia [Electronic resource] – Access mode to the resource: www.rego.act.gov.au
17. UNECE Regulations №43 [Electronic resource] – Access mode to the resource: <https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/R043r2r.pdf>
18. In France, it is forbidden to tint the windshield [Electronic resource] – Access mode to the resource: <http://samsobi.com.ua/index.php/france/548-pdr-france>
19. The cost of tinting car glass in Tajikistan [Electronic resource] – Access mode to the resource: <https://avesta.tj/2021/12/14/v-tadzhikistane-povysitsya-stoimost-tonirovki-avtomobilnyh-stekol/>
20. Paid tinting of cars in Kyrgyzstan [Electronic resource] – Access mode to the resource: <https://joldo.kg/ru/novosti/platnaya-tonirovka-v-kyrgyzstane.html>
21. Rules for tinting glass in Uzbekistan 2021: permits and fines [Electronic resource] – Access mode to the resource: <https://www.autostrada.uz/tonirovka-uzbekistan/>

Анотація. В роботі розглядаються питання тонування автомобільного скла, дозволена ступінь тонування скла, визначається відсоток водіїв – порушників вимог нормативів та причини такого явища. Також розглядаються пропозиції щодо зниження кількості порушень з боку водіїв приватних транспортних засобів.

Ключові слова: тонування автомобільного скла, учасники дорожнього руху, безпека дорожнього руху, статистика дорожньо-транспортних пригод.

Стаття відправлена: 24.01.2022 р.

© Тарасенко О. В., Харченко Т. В., Лебідь Г. О.,

Матвієнко А. А., Лєскова Т. О.



УДК 004.2 УДК 712.4

**MODELING OF THE PROCESSES OF OZONE DISPERSION
BY PURIFICATION FACILITY****МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗСІЮВАННЯ ОЗОНУ ОЧИСНОЮ СПОРУДОЮ****Tatarchenko Halyna / Татарченко Галина***d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0003-4685-0337

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University,**Tsentrlniy av. 59-A, Severodonetsk, Ukraine, 93404**Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля,**проспект Центральний, 59А, м. Северодонецьк, 93400*

Анотація. У роботі розглядається моделювання процесів розсіювання озону очисною спорудою на міських територіях. Для одиночного джерела викидів озону були розраховані максимальна розрахункова концентрація, яка передбачається для випадків, коли очікується небезпечна швидкість вітру в нижньому шарі атмосфери. Значення максимальної приземної концентрації озону мають екстремальний характер та зі збільшенням швидкості вітру вище знижуються, при цьому відстані розсіювання зростають до 2 км і вище. Отримані профілі розсіювання озону дають можливість оптимально визначити раціональний та економічно найвигідніший комплекс заходів, що забезпечує необхідну чистоту повітряного басейну, встановити вимірювання характеристик викиду, поля концентрацій.

Ключові слова: моделювання, розподіл, озон, міські території, атмосфера.

Вступ.

Апарати мокрої очистки газів використовуються для одночасного розв'язання цілого комплексу завдань: пиловловлення; абсорбція; охолодження газів. Конденсація парів рідини, що містяться в газах, при їх охолодженні сприяє зростанню ефективності мокрих пиловловлювачів [1-2]. Як зрошуючу рідину в них найчастіше використовується звичайна вода або вода із домішками для абсорбції. Зазвичай для економії рідин застосовують замкнуту систему зрошення. При мокрому очищенні технологічних газів у рідині можуть розчинятися газові компоненти (CO_2 , NO_2 , SO_2 та ін.), що утворюють кислоти.

Апарати мокрого очищення мають високу ефективність уловлювання та дешевші, ніж апарати сухого очищення. Вони можуть використовуватися для очищення газів з частинками до 0,1 мкм (турбулентні газопромивачі), а також для одночасного охолодження та зволоження газів. Одночасно із завислими частинками можна вловлювати пароподібні та газоподібні компоненти [3].

Анализ последних достижений и публикаций.

Авторами [4] заявлено корисна модель відноситься до екологічної безпеки урбанізованих територій, а саме, до пристроїв мокрої очистки димових газів методом їх контакту з рідкими каплями для газо- масообміну в скрубєрі, в якому рідина уприскується в протитечії газу і може бути використана для очищення забрудненого повітря урбанізованих територій, а саме біля міських магістралей від пилових і газоподібних шкідливих домішок.

Основа запропонованої очисної споруди – це мокрий пиловловлювач (скрубєр), який характеризується високою ефективністю очищення від дрібнодисперсного пилу розміром до 2 мкм і працює за принципом осадження



частинок пилу на поверхню крапель під дією сил інерції або броунівського руху. Він являє собою вертикальну циліндричну колону, в нижній частині яких вводиться запилене повітря, а зверху через форсунки подають розпорошену рідину. Очищене повітря відводиться з верхньої частини апарату, а вода з вловленим пилом у вигляді шламу збирається внизу скрубера.

Введення озону в присутності води сприяє швидкому окисленню шкідливої газової складової забрудненого повітря, від нижчих оксидів до вищих, що значно підвищує їх розчинність у воді і підвищує ступінь очищення від газоподібних оксидів.

Однак за параметрами гострої токсичності озон відноситься до 1 класу небезпеки, максимальна разова ГДК озону в атмосферному повітрі – 0,16 мг/м³, середня добова ГДК озону в атмосферному повітрі – 0,03 мг/м³, тому виникає необхідність проведення моделювання процесу розсіювання озону на прилеглій території [5].

При моделюванні профілів розсіювання озону використовували алгоритм Гаусової моделі, який є найбільш поширеним у моделюванні аналізу повітряної дисперсії та заснований на припущенні, що забруднювач буде поширюватись відповідно до нормального статистичного розподілу [6,7].

Для довгострокового прогнозування найчастіше застосовуються розрахункові (аналітичні, апроксимаційні) моделі, отримані з урахуванням розв'язання рівнянь турбулентної дифузії. Це моделі «факела», «ящика», звичайно-різносні. Ці моделі покладено основою «Методики розрахунку концентрацій у атмосферному повітрі шкідливих речовин, які у викидах підприємств» [8], широко використовуваної для інженерних розрахунків і реалізованої у низці програмних комплексів для розрахунків забруднення атмосферного повітря.

Мета роботи - моделювання процесів розсіювання озону очисною спорудою на міських територіях.

Основні результати досліджень.

Розрахунки проводилися відповідно до наведеної конструкції установки и підібраного інженерно-технічного обладнання очисної споруди. Моделювання проводили на прикладі розподілу, умовних викидів, озону з очисної споруди без урахування фонових забруднень та трансформації речовини.

Максимальну приземну разову концентрацію речовини c_m , мг/м³, при викиді газоповітряної суміші з одиночного точкового джерела з круглим гирлом, при небезпечній швидкості вітру u_m на відстані x_m від джерела викиду розраховували за формулою (1):

$$c_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta}}, \quad (1)$$

де A – коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери, що визначає умови горизонтального і вертикального розсіювання речовини в атмосферному повітрі. Значення коефіцієнта A приймають при максимальних значеннях концентрації речовини в атмосферному повітрі;

M - маса речовини, що викидається в атмосферне повітря в одиницю часу



(потужність викиду), г/с;

F – безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання речовини в атмосферному повітрі;

m і n – безрозмірні коефіцієнти, що враховують умови викиду з гирла джерела викиду;

η – безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості;

H – висота джерела викиду, м;

V_1 – витрата газоповітряної суміші, що визначається за формулою (2), м³/с;

ΔT – різниця між температурою викидається газоповітряної суміші T_r і температурою атмосферного повітря T_a , °C.

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot w_0, \quad (2)$$

де D – діаметр гирла джерела викиду, м;

w_0 – середня швидкість виходу газоповітряної суміші з гирла джерела викиду, м/с.

При проведенні розрахунків забруднення атмосфери під приземної концентрацією шкідливої речовини розуміється концентрація речовини на висоті 2 м від поверхні землі. Згідно запропонованої моделі очисної споруди визначаємо параметри: $A = 150$; $M = 1$ г/год = 0,28 мг/с; $\eta=1$; $H=3,5$ м; $D = 0,25$ м; $V_1 = 0,66$ м³/с; $w_0 = 13,5$ м/с; $\Delta T = 0,5$ °C.

Значення безрозмірного коефіцієнта F при відсутності даних про розподіл на викиді частинок аерозолів за розмірами визначається для газоподібних і дрібнодисперсних аерозолів діаметром не більше 10мкм $F = 1$;

Коефіцієнти m і n визначаються в залежності від характеризуючих властивостей джерела викиду параметрів v_m , v'_m , f та f_e :

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}, \quad (3)$$

$$v_m = 0,23;$$

$$v'_m = 1,3 \cdot \frac{w_0 \cdot D}{H}, \quad (4)$$

$$v'_m = 1,25;$$

$$f = 1000 \cdot \frac{w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad (5)$$

$$f = 7,4 \cdot 10^3;$$

$$f_e = 800 \cdot (v'_m)^3. \quad (6)$$

$$f_e = 1562,50;$$

$$m = 0,075. \quad (7)$$

Якщо температура газів, що відходять близька до температури навколишнього повітря, то викиди відносяться до холодних. Холодні викиди при $f \geq 100$ (або) $0 \leq \Delta T < 0,5$ та $v'_m \geq 0,5$ при розрахунку c_m використовується формула (8):



$$c_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta}{H^{4/3}} \cdot K, \quad (8)$$

де

$$K = \frac{D}{8 \cdot V_1} = \frac{1}{7,1 \cdot \sqrt{w_0 \cdot V_1}},$$

Розрахуємо, $K = 0,047$ - тоді $c_m = 0,46$ мг/м³.

Відстань x_m від джерела викиду, на якому приземна концентрація газоповітряної суміші при несприятливих метеорологічних умовах досягає максимального значення c_m , визначається за формулою (9):

$$x_m = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H, \quad (9)$$

Безрозмірний коефіцієнт d при $f \geq 100$ або $0 \leq \Delta T < 0,5$ знаходиться за формулою (10):

$$d = 11,4 \cdot v'_m \text{ при } 0,5 < v'_m \leq 2, \quad (10)$$

$$d = 11,4 \cdot 1,25 = 14,25; \text{ тоді } x_m = 49,8 \text{ м}$$

Отримані профілі розсіювання озону (рис.1) з яких видно, що максимальна приземна концентрація озону досягається на відстані 50 метрів (вздовж осі ОХ) та досягаються нормативні значення на відстанях понад 500 метрів. Гранично допустимі концентрації вздовж осі ОУ досягаються з відривом 25-30 метрів. Моделювання процесів розсіювання озону очисною спорудою на міських територіях дає можливість оптимально визначити раціональний та економічно найвигідніший комплекс заходів, що забезпечує необхідну чистоту повітряного басейну, встановити вимірювання характеристик викиду, поля концентрацій.

Небезпечна швидкість вітру u_m при $f \geq 100$ або $0 \leq \Delta T < 0,5$ значення обчислюється за формулою (11):

$$u_m = v_m \text{ при } 0,5 < v_m \leq 2 \quad (11)$$

$$u_m = 1,25, \text{ м/с.}$$

Для джерела викиду фіксованої висоти H при $0 \leq v'_m < 0,5$ та $-0,5 \leq \Delta T \leq 0$ може приймається $u_m = 0,5$ м/с. За даними [https://seiger.pp.ua/srednegodovaya-skorost-vetra-v-gorodax-mira/] середньорічна швидкість вітру в Києві дорівнює 3,5 м/с.

При проведенні розрахунків слід використовувати значення швидкості вітру u в діапазоні від 0,5 м/с до $u_{m,p}$, де $u_{m,p}$ - максимальна розрахункова швидкість вітру, значення якої в даній місцевості в середньому перевищується в 5% випадків. Відстань від джерела викиду $x_{m,u}$, на якому при швидкості вітру u і несприятливих метеорологічних умовах досягається максимальна приземна концентрація $c_{m,u}$ забруднюючих речовин, визначається за формулою (12):

$$x_{m,u} = p \cdot x_m, \quad (12)$$

де p - безрозмірний коефіцієнт, який визначається за формулами (13):

$$p = 0,32 \cdot \frac{u}{u_m} + 0,68 \text{ при } \frac{u}{u_m} > 1. \quad (13)$$

$p = 1,58$ тоді $x_{m,u} = 78,48$ м.

Максимальна приземна концентрація газоповітряної суміші $c_{m,u}$ при несприятливих метеорологічних умовах і швидкості вітру u , що відрізняється



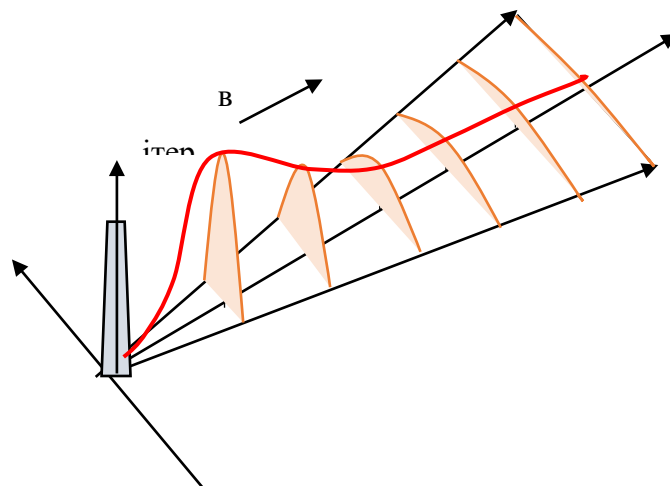
від небезпечної швидкості вітру u_M , визначається за формулою (14):

$$c_{M,u} = r \cdot c_M, \quad (14)$$

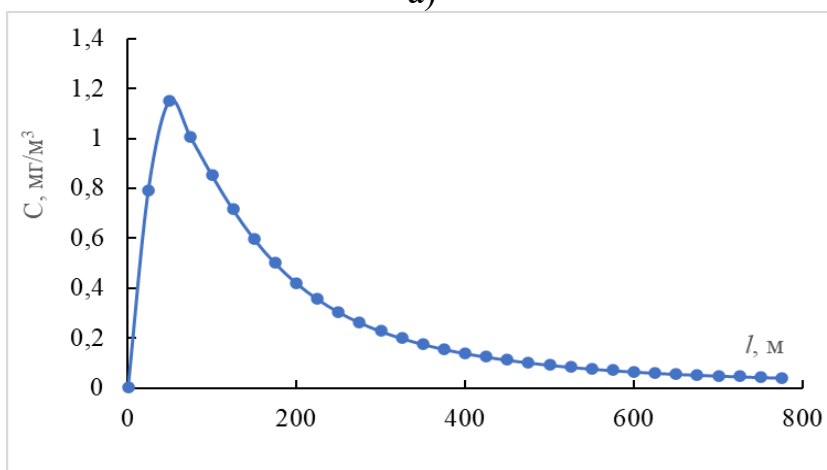
де r - безрозмірна величина, яка визначається за формулою (15):

$$r = \frac{3(u/u_M)}{2 \cdot (u/u_M)^2 - u/u_M + 2} \quad \text{при} \quad u/u_M > 1 \quad (15)$$

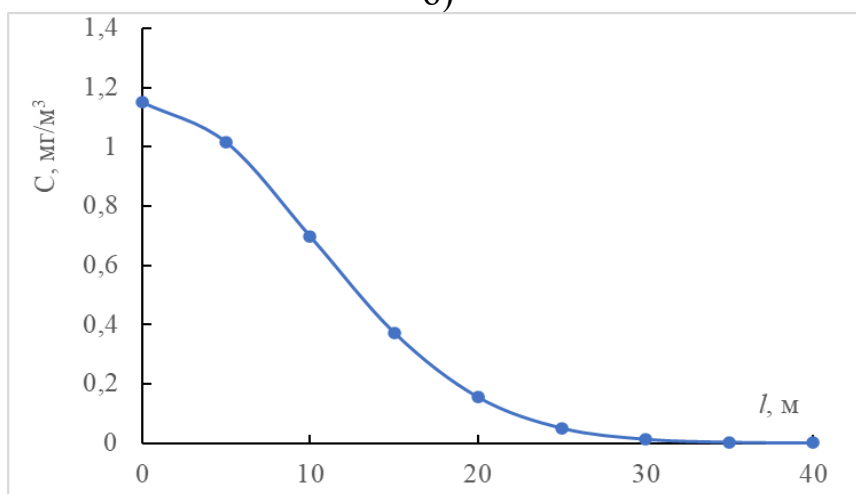
$r = 0,57$, тоді $c_{M,u} = 0,26 \text{ мг/м}^3$.



а)



б)



в)

Рисунок 1. Профілі розсіювання озону
а) загальне уявлення; б) уздовж осі OX ; в) уздовж осі OY .

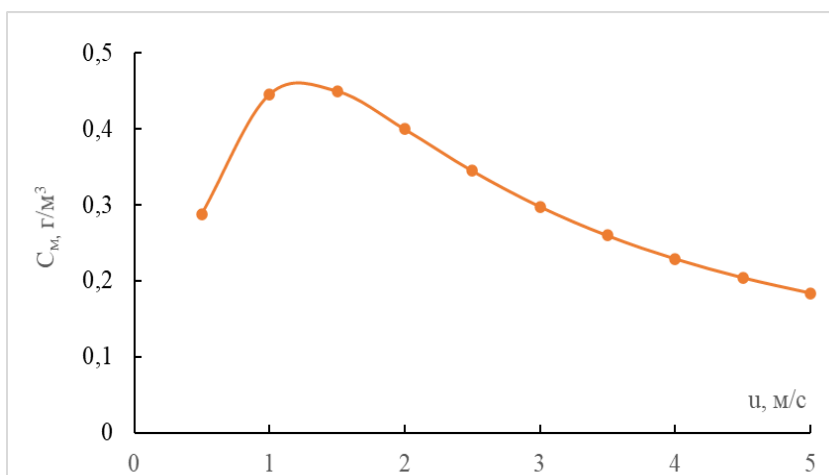


Рисунок 2. Залежність максимальної приземної концентрації озону від швидкості вітру

Залежність максимальної приземної концентрації озону від швидкості вітру (рис.1) має екстремальний характер; значення c_m зі збільшенням швидкості вітру вище 1,25 м/с до 5 м/с знижуються вдвічі, при цьому відстані розсіювання зростають 2 км і вище.

Висновки..

Проведено моделювання процесів розсіювання озону очисною спорудою на міських територіях. Для одиночного джерела викидів озону були розраховані максимальна розрахункова концентрація, яка передбачається для випадків, коли очікується небезпечна швидкість вітру в нижньому шарі атмосфери. Значення максимальної приземної концентрації озону мають екстремальний характер та зі збільшенням швидкості вітру вище знижуються, при цьому відстані розсіювання зростають до 2 км і вище.

Отримані профілі розсіювання озону дають можливість оптимально визначити раціональний та економічно найвигідніший комплекс заходів, що забезпечує необхідну чистоту повітряного басейну, встановити вимірювання характеристик викиду, поля концентрацій.

Література:

1. Bhargava, A. (2016). Wet Scrubbers – Design of Spray Tower to Control Air Pollutants. International Journal of Environmental Planning and Development, 2(1), 68-73.
2. Скрубберы - аппараты для очистки газов. <https://mrc.org.ua/sistemy-ochistki-gaza/216-skrubber-dlya-ochistki-gazov>
3. Harry-Ngei N., Ubong I., Ede P. N. A (2019). Review of the Scrubber as a Tool for the Control of flue Gas Emissions in a Combustion System. European Journal of Engineering and Technology Research, Vol 4 No 11. <https://doi.org/10.24018/ejers.2019.4.11.1561>
4. Пристрій для мокрої очистки забрудненого повітря урбанізованих територій. Деклараційний патент на корисну модель № 147495, кл. B01D 53/00, B01D 53/78 (2006.01), B01J 19/24 (2006. 1) – №u202008025; заявл. 15.12.2020;



опубл. 12.05.2021, бюл. № 19/2021. Дьомин М.М., Білошицький М.В.

5. WHO Air Quality Guidelines for Europe Air quality guidelines. Global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf

6. Khoroshun, A. V. Chernykh, A. Ya., Tatarchenko G.O., Bekshaev, A. A. Akhmerov. (2018). Laguerre-Gaussian beam transformations by the double-phase-ramp converter: Singular skeleton formation and its sensitivity to small misalignment Proceeding of SPIE, 10612, 1-9 USA A. N.

7. Gaussian determinantal processes: A new model for directionality in data Subhroshekhar Ghosh, Philippe Rigollet Proceedings of the National Academy of Sciences Jun 2020, 117 (24) 13207-13213; DOI: 10.1073/pnas.1917151117.

8. Metodika rascheta koncentracij v atmosfernom vozduhe vrednyh veshchestv, sodержashchihsya v vybrosah predpriyatij, OND-86. Goskomgidromet. –L.: Gidrometeoizdat, – 94 s.

Abstract. Modeling of the processes of ozone dispersion by a treatment plant in urban areas was carried out. For a single source of ozone emissions, the maximum concentration was calculated to be expected when dangerous wind speeds are expected in the lower atmosphere. The values of the maximum surface ozone concentration are extreme and decrease with increasing wind speed, while scattering distances increase to 2 km and more. The obtained profiles of ozone dispersion allow optimally determining the most rational and economically most advantageous set of measures that provide the necessary cleanliness of the air basin, establish the measurement of emission characteristics, concentration fields.

Key words: modeling, distribution, ozone, urban areas, atmosphere.

Статья отправлена: 19.01.2022 г.

© Татарченко Г.О.



УДК 004.942:624.074:624.042.7

MONITORING SYSTEM FOR BUILDING DEFORMATION DURING CONSTRUCTION IN URBAN DEVELOPMENT СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Bezushko D. / Безушко Д.І.*c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-2215-1136

*Odessa National Maritime University, Odessa, Mechnikova 34, 65029**Одеський національний морський університет, Одеса, вул.Мечникова 34, 65029***Oleinik V./ Олейник В.А.***student / студент***Korluga A./ Корлюга А.А.***student / студент**Bendery Polytechnic Branch of the TSU named after T.G. Shevchenko,**Moldova, Bendery, Benderskogo Vosstania st. 7, MD-200**Бендерский политехнический филиал ПГУ им. Т.Г. Шевченко,**Молдавия, Бендерского восстания 7, МД-200*

Аннотация. Представлен вариант системы мониторинга технического состояния при строительстве объекта в плотной городской застройке. В работе использованы современные методы проектирования, реализуемые в программных комплексах Autodesk AutoCad и Revit, расчеты напряженно-деформированного состояния и определение устойчивости выполнены методом конечных элементов в ПК Лира и Midas GTS NX. Для наблюдения за деформациями предложено использовать автоматизированную геодезическую систему мониторинга «Циклоп» компании SolDATA Group. Определено влияние нового строительства на соседние здания и разработаны решения по обеспечению их функционирования.

Ключевые слова: мониторинг технического состояния, деформации, ограждение котлована, осадка фундамента, плотная городская застройка.

Вступление.

При строительстве в плотной городской застройке помимо общих требований обеспечения надежности и долговечности нового здания необходимо также учитывать его влияние на соседние здания. Аварии могут происходить в связи с ошибками при проектировании или строительстве и могут повлечь за собой гибель людей и финансовые затраты [1]. Во избежание вышеперечисленных ситуаций необходимо использовать современные научно-обоснованные методы расчета, позволяющие моделировать конструкции и основы максимально приближенными к реальной ситуации и выполнять мониторинг технического состояния конструкций, обеспечивающий постоянный надзор за деформациями и в случае чрезвычайной ситуации принять соответствующие решения и выполнить соответствующие решения для предотвращения аварии.

Мониторинг – один из инструментов, позволяющий снизить риск возникновения аварийных ситуаций и обеспечивает своевременное выполнение противоаварийных и ремонтных работ. Существует множество определений систем мониторинга в различных областях науки и техники, приведем



определение согласно документу fib [2]: «Мониторинг – это часто повторяющиеся или непрерывные долгосрочные плановые наблюдения или измерения строительных условий или действий». Таким образом создание системы мониторинга технического состояния конструкций включает в себя информационную модель, приборы для натурных наблюдений, систему сравнения результатов с максимальными значениями и сохранение отчетов **актуальной задачей**.

Цель работы – разработать информационную модель системы мониторинга технического состояния конструкций при строительстве в плотной городской застройке, для непрерывного наблюдения за деформациями в новом и существующем здании с помощью современных приборов и устройств, установленных на объекте.

Основной текст.

Автоматизированные системы мониторинга состояния сооружений – это сложная, полностью автоматизированная, многоуровневая иерархическая система, состоящая из следующих уровней: сбор в режиме реального времени информации с геодезических, геотехнических и метрологических приборов; архивация и передача на центральный сервер результатов, полученных из контрольно-измерительной аппаратуры; проработка полученных результатов измерений и их представление в графическом и табличном виде; автоматическое сравнение показателей датчиков с предельно допустимыми и сигнализация об их превышении. Мировыми лидерами по созданию аппаратного и программного обеспечения автоматизированных систем мониторинга, можно считать следующие бренды: Trimble, Leica Geosystems AG, SolDATA Group и др. Каждая из указанных компаний имеет свою разработанную и апробированную систему мониторинга. Корпорация Trimble создала систему Trimble 4D Control [3]. Фирма Leica Geosystems AG создала автоматизированную систему мониторинга Leica GeoMoS [4]. Также одним из разработчиков автоматизированных систем мониторинга компания SolDATA Group. Разработчики и программисты этой фирмы создали свою систему мониторинга, которая называется Циклоп и ее расширение Кентавр. Система «Циклоп» в режиме реального времени непрерывно выполняет геодезические измерения на специальных геодезических знаках (оптические минипризмы), установленных на наблюдаемых конструкциях объекта, после чего комплекс программных средств обеспечивает в автоматическом режиме сбор, первичный анализ и обработку данных измерений и передает их для визуализации в режиме реального времени с использованием программного обеспечения Geoscope [5].

В работе [6] был предложен альтернативный вариант автоматизированной системы мониторинга технического состояния причала с использованием технологии информационного моделирования.

Для анализа данных используются алгоритмы программного средства разработанные Безушко Д.И. [6]. Анализ полученных данных происходит с помощью платформы визуального программирования «Dynamo», которая устанавливается вместе с программой «Revit», с помощью этой программы



были созданы алгоритмы (script), которые будут выполнять операции по созданию документов «Microsoft Excel» в которых происходит автоматическая запись координат контрольных (базовых) точек созданных в ВИМ-модели для мониторинга технического состояния конструкции, сравнение координат полученных от оборудования установленного на конструкции с базовыми координатами точек в ВИМ-модели, в случае превышения предельно допустимых значений контрольных (базовых) точек – создание новых точек с новыми координатами.

Для выполнения геодезического мониторинга установлена система автоматического мониторинга «Циклоп». Система включает в себя следующие компоненты:

- станция автоматического мониторинга «Циклоп» (1 ед.);
- деформационные марки (14 ед.)
- опорные пункты (4 ед.)
- станция сбора данных (1 ед.)

Размещение деформационных марок:

1. По 4 марки на каждом жилом доме – с внешней стороны здания на фасаде в уровне цоколя и кровли.

2. По 3 марки на ограждающей конструкции из свай.

Размещение выходных марок: 6 призм на существующих зданиях вне зоны влияния нового строительства.

Станция «Циклоп» представляет собой измерительно-вычислительный комплекс, включающий в себя высокоточный роботизированный тахеометр, блок управления и каналы связи. Внешний вид электронного тахеометра, используемого на объекте, приведен на Рис.1.

Для обеспечения измерений тахеометром на наблюдаемых зданиях установлены деформационные марки в виде отражательных призм (см. рис. 1).

Технические характеристики тахеометра Leica TCA 1800:

- среднеквадратичная погрешность измерения горизонтального угла ± 1 ;
- среднеквадратичная погрешность измерения наклонного расстояния ± 1 мм.

Для обеспечения измерений тахеометром на наблюдаемых зданиях установлены деформационные марки в виде отражательных призм (см. рис. 1).

Для закрепления системы координат и обеспечения единства системы отсчета, были установлены опорные марки на условно неподвижных зданиях.

Станция мониторинга «Циклоп» в непрерывном режиме производит измерения на деформационные марки (отражательные призмы). Наблюдения на каждую призму производятся полным приемом, при двух положениях круга прибора. При этом измеряются горизонтальный угол, вертикальный угол и расстояние от точки стояния тахеометра до призмы. Данные измерений поступают на портативный компьютер, расположенный в коробке сбора данных, установленной у тахеометра. Портативный компьютер подключен к электропитанию и сети Интернет. Все данные измерений передаются посредством Интернет соединения на сервер, для последующей обработки.

Деформационные марки равномерно распределены по наблюдаемым фасадам домов. На приведенных ниже графиках отражена динамика развития



деформационных процессов в характерных точках строительных конструкций (в местах установленных призм). Значение положения деформационных марок по оси Z соответствует оседаниям, а по осям X, Y – горизонтальным перемещениям.



Рисунок 1 - Автоматизированный тахеометр Leica TCA 1800 и инни призма GMP 104

Источник: [4]

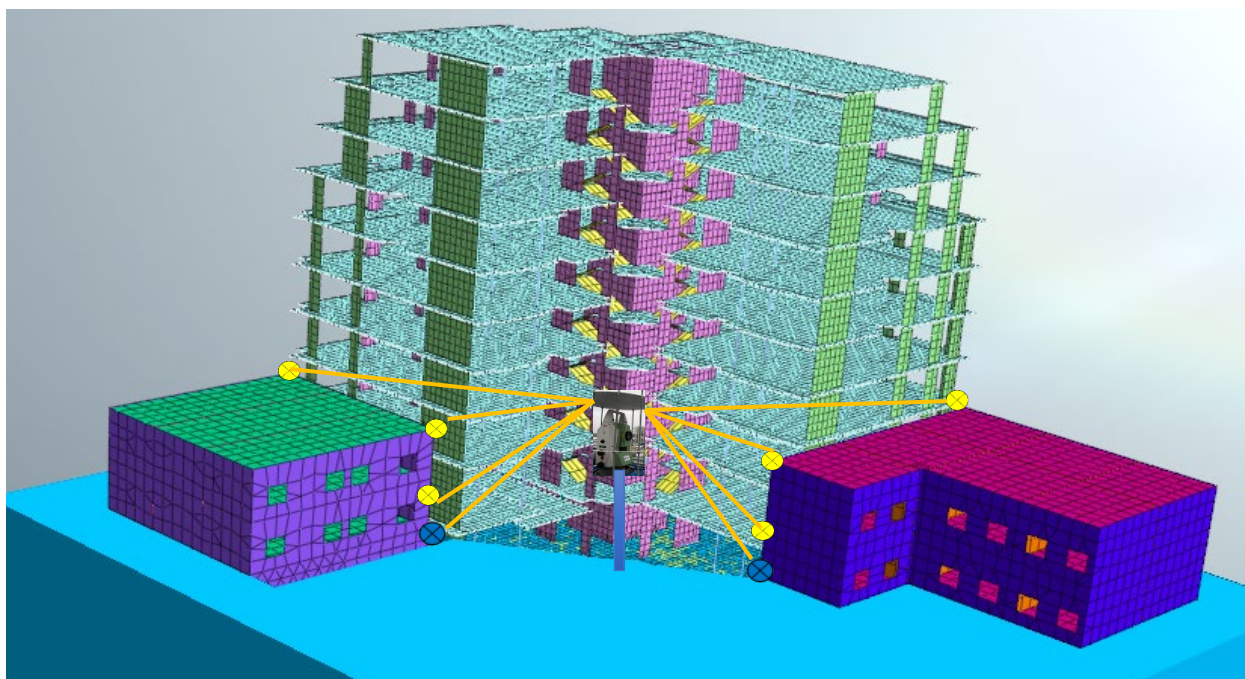


Рисунок 1 - Схема с расположением станций АГСМ «Циклоп» наблюдаемых зданий

Условные обозначения:



- Станция Циклоп
- контрольная точка на существующих домах
- контрольная точка на подпорной стенке
- исходная точка



Система координат принята условной, направление осей соответствует расположению жилого дома, что отмечено на каждом изображении.

Заключение и выводы.

1. Опираясь на анализ истории развития методов и инструментов для мониторинга напряженно деформированного состояния строительных конструкций был определен перечень инструментов для реализации системы мониторинга.

3. Используя современные методы, системы и оборудование, разработали систему мониторинга технического состояния при строительстве объекта в плотной городской застройке на основе системы анализа полученных данных [6].

Литература:

1. Ishchenko, Y., Slyusarenko, Y., Melashenko, Y., Yakovenko, M., & BenI. (2020). Геотехнічний моніторинг в умовах ущільненої міської забудови. Наука та будівництво, 25(3), 13-25.

2. Monitoring and safety evaluation of existing concrete structures. State of art report by Task Group 5.1. International Federation for Structural Concrete (fib). 2003. 300 p.

3. Мониторинговые системы Trimble [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.kmcgeo.com/Articles/MonitoringSystems.htm>.

4. Leica GeoMoS [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.gfkleica.ru/katalog/programmnoe obespechenie/po leica/leica geomos/>

5. Автоматизированный геодезический мониторинг жилого дома и подпорной стенки по Красновоздному проспекту, 14 в Киеве [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.soldata.com.ua/solfrey/iweb.nsf/pages/vtmizvniij-gdzicnij-mnting-dfmcj-tdn-n-ppkt-cvnzanm-14.2283EA2272F45E7DC125795800350E83>.

6. Безушко Д. И. Система мониторинга технического состояния причала с использованием технологии информационного моделирования. Modern engineering and innovative технологии. 2020. Issue 14. Part 2.P. 37-43.

Abstract. A variant of the system for monitoring the technical condition during the construction of an object in a dense urban area is presented. The work uses modern design methods implemented in the Autodesk AutoCad and Revit software systems, stress-strain state calculations and stability determination are performed by the finite element method in the PC Lira and Midas GTS NX. To monitor the deformations, it is proposed to use the automated geodetic monitoring system "Cyclops" of the SolDATA Group company. The impact of new construction on neighboring buildings was determined and solutions were developed to ensure their functioning.

Key words: technical condition monitoring, deformations, excavation fencing, foundation settlement, dense urban development.



УДК 512.543

ON SYSTEMS OF GENERATORS OF AUTOMATON PERMUTATION GROUPS

ПРО СИСТЕМИ ТВІРНИХ ГРУП АВТОМАТНИХ ПІДСТАНОВОК

Sikora V.S. / Сікора В.С.

c.ph.-math..sc., doc. / к.ф.-м..н., доц.

ORCID: 0000-0002-5283-8759

Yurij Fedkovych Chernivtsi National University, Ukraine,

Chernivtsi, vul. Universytetska, 28, 58000

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Україна,

Чернівці, вул. Університетська, 28, 58000

Анотація. У статті досліджується питання побудови системи твірних для групи фінітних автоматних підстановок, доведено теорему про те, що кожна мінімальна (за кількістю елементів) система твірних групи $S(n, r)$ для довільного $r \geq 2$ містить рівно r елементів.

Ключові слова: система твірних, група автоматних підстановок, скінченні автоматні підстановки, незвідні системи твірних.

Вступ. Деякі початкові відомості про групи всіх автоматних підстановок над заданим алфавітом можна знайти в роботах [1–4]. Зокрема, в [3] встановлено, що їх можна конструювати з симетричних груп, використовуючи операцію вінцевого добутку, тобто при вивченні груп автоматних підстановок можна застосовувати добре розвинену теорію вінцевих добутків.

Об'єктом дослідження даної праці, яка продовжує дослідження робіт [7, 9], є питання побудови системи твірних для групи фінітних автоматних підстановок.

Постановка задачі. Допоміжні твердження. Нехай задано два автомати

$$A_1 = \langle Q_1, X_1, Y_1, \delta_1, \lambda_1 \rangle, \quad A_2 = \langle Q_2, X_2, Y_2, \delta_2, \lambda_2 \rangle$$

такі, що вхідний алфавіт другого з цих автоматів збігається з вихідним алфавітом першого (тобто, що $X_2 = Y_1$). Наведемо означення, леми та теореми з робіт [7, 9], які знадобляться нам для подальших досліджень.

Означення 1 [2]. Суперпозицією $A_1 \cdot A_2$ автоматів A_1 та A_2 називається автомат $B = \langle Q, X_1, Y_2, \delta, \lambda \rangle$, множина станів Q якого збігається з добутком $Q_2 \times Q_1$ множин станів автоматів A_1 та A_2 . При цьому для довільного стану $q = (q_2, q_1) \in Q$ та довільного вхідного сигналу $x \in X_1$ автомата B значення функцій переходів та виходів автомата B визначаються зі співвідношень:

$$\delta(q, x) = (\delta_2(q_2, \lambda_1(q_1, x)), \delta_1(q_1, x)), \quad \lambda(q, x) = \lambda_2(q_2, \lambda_1(q_1, x)). \quad (1)$$

Лема 1 [6]. Добуток автоматних відображень є автоматним відображенням. Обернене до бієктивного автоматного відображення також є автоматним.

Таким чином, всі автоматні бієктивні відображення над алфавітом X утворюють групу, яку називають *групою автоматних підстановок* над алфавітом X і позначають $A(X)$. Згідно з вищенаведеним, маємо



$$A(X) \simeq \text{Aut } T(X),$$

де символом $\text{Aut } T(X)$ позначено групу автоморфізмів дерева $T(X)$.

Означення 2 [5]. Перетворення $f: X^* \rightarrow X^*$ називається фінітарним, якщо існує таке натуральне число m , що для довільного слова $\omega \in X^*$ його образ $f(\omega)$ відрізняється від ω не більше, ніж першими m літерами.

Лема 2 [5]. Кожне фінітарне перетворення є скінченно автоматним. Усі фінітарні перетворення утворюють підгрупу в групі $K(X)$ всіх скінченно автоматних підстановок, яку позначають $F(X)$.

Нехай $X^{(r)}$ — підмножина X^* , яка складається зі слів довжини точно r . Згідно з лемою 1.9 з [8], ця підмножина є інваріантною відносно перетворення $A(X)$, тобто можна розглянути групу перетворень $(A(X), X^{(r)})$. Якщо J_r — ядро цього перетворення, то фактор-група $A^{(r)}(X) = A(X) / J_r$ діє на $X^{(r)}$ точно. Аналогічно, фактор-групи

$$K^{(r)}(X) = K(X) / J_r \cap K(X), \quad F^{(r)}(X) = F(X) / J_r \cap F(X)$$

також діють точно на $X^{(r)}$.

Лема 3 [9]. Для довільного $r \in \mathbb{N}$ мають місце рівності

$$K^{(r)}(X) = F^{(r)}(X) = A^{(r)}(X).$$

Далі, для довільного $r \in \mathbb{N}$ можна визначити природну проєкцію (епіморфізм) $\varphi_r: A^{(r+1)}(X) \rightarrow A^{(r)}(X)$, та природний мономорфізм $\psi_r: A^{(r)}(X) \rightarrow A^{(r+1)}(X)$. Тим самим задано два спектри груп: прямий $(A^{(r)}(X); \psi_r)_{r \in \mathbb{N}}$, та обернений $(A^{(r)}(X); \varphi_r)_{r \in \mathbb{N}}$. Отже, можна говорити про граничні групи (означення див. [10]).

Лема 4 [9]. Мають місце такі співвідношення:

$$(i) \lim_{\rightarrow} (A^{(r)}(X), \psi_r) \simeq F(X); \quad (ii) \lim_{\leftarrow} (A^{(r)}(X), \varphi_r) \simeq A(X).$$

Лема 5 [9]. Для довільного $r \in \mathbb{N}$ група $(A^{(r)}(X), X^{(r)})$, $\text{card}(X) = n$, ізоморфна (як група перетворень) r -му вінцевому степеню симетричної групи $S(X)$. Група $(A(X), X^*)$, $\text{card}(X) = n$, ізоморфна (як група перетворень) вінцевому степеню $\bigcup_{i=1}^{\infty} S(X)^{(i)}$ нескінченної послідовності симетричних груп степеня n в його інтранзитивній реалізації. Група $(K(X), X^*)$, $\text{card}(X) = n$, ізоморфна (як група перетворень) обмеженому вінцевому степеню $(b) \bigcup_{i=1}^{\infty} S(X)^{(i)}$ в його інтранзитивній реалізації. Група $(F(X), X^*)$, $\text{card}(X) = n$, ізоморфна (як група перетворень) фінітарному вінцевому добутку $(F) \bigcup_{i=1}^{\infty} S(X)^{(i)}$.

На групі $A(X)$ природно вводиться метрика (див. [4, 6]). А саме, якщо перетворення із $A(X)$ задаються таблицями, то відстань між ними дорівнює



η^k , де η , ($0 < \eta < 1$) — фіксоване число, а k — довжина спільного початку таблиць. Тим самим група $A(X)$ перетворюється в метричну групу і є повним метричним простором.

Лема 6 [9]. Підгрупа $F(X)$ є всюди щільною в підгрупі $A(X)$.

Згідно з лемою 4, група $A^{(r)}(X)$ ізоморфна вінцевому добутку r симетричних груп степеня n ($n = (X)$): $A^{(r)}(X) \simeq \underbrace{S_n \wr S_n \wr \dots \wr S_n}_r =: S(n, r)$.

Отже, $A^{(r)}(X)$ має степінь n^r і порядок $(n!)^{1+n+n^2+\dots+n^{r-1}}$, при цьому діє на множині слів довжини r транзитивно та імпримітивно. Для кожного цілого k ($1 \leq k \leq r$) група $A^{(r)}(X)$ містить підгрупу k -координатних таблиць, тобто таблиць вигляду $[\varepsilon, \dots, \varepsilon, g_k(x_1, x_2, \dots, x_{k-1}), \varepsilon, \dots, \varepsilon]$, яка ізоморфна n^{k-1} -му степеню симетричної групи S_n .

Розглянемо спочатку системи твірних групи $A^{(r)}(X)$, які складаються лише з координатних таблиць. Для цього в симетричній групі S_n фіксуємо деяку систему твірних $\Pi = \{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_s\}$ і розглянемо таблиці вигляду

$$u_r(\bar{x}_{k-1}^{0,l}, k, \pi_l) = [\varepsilon, \dots, \varepsilon, h_{k,l}(x_1, \dots, x_{k-1}), \varepsilon, \dots, \varepsilon], \quad (2)$$

в яких

$$h_{k,l}(x_1, \dots, x_{k-1}) = \begin{cases} \pi_l, & \text{якщо } (x_1, \dots, x_{k-1}) = \bar{x}_{k-1}^{0,l}, \\ \varepsilon & \text{у решті випадків,} \end{cases} \quad (3)$$

де ε — одиничний елемент групи S_n , $\bar{x}_{k-1}^{0,l} = (x_{1,l}^0, \dots, x_{k-1,l}^0)$ — фіксований кортеж, $l = 1, 2, \dots, s$, $k = 1, 2, \dots, r$.

Теорема 1 [9]. Система елементів, визначених формулами (2) та (3), є системою твірних групи $S(n, r)$ при довільному виборі кортежів $\bar{x}_k^{0,l}$ ($1 \leq k \leq r-1$, $1 \leq l \leq s$). Ця система буде незвідною тоді й тільки тоді, коли система Π буде незвідною.

Оскільки симетрична група S_n породжується двома підстановками — такими, наприклад, будуть пари $(1, 2)$, $(1, 2, \dots, n)$ або $(1, 2, \dots, n-1)$, $(1, 2, \dots, n)$ — то група $S(n, r)$, а отже і $A^{(r)}(X)$, має незвідні системи твірних вигляду (2), які містять $2r$ підстановок.

Нагадаємо, що комутатор елементів a, b групи G визначається як $(a, b) = a \cdot b \cdot a^{-1} \cdot b^{-1}$, а підгрупа, породжена всіма комутаторами, називається *комутантом* G і позначається G' . Оскільки група G' є найменшою за включенням підгрупою такою, що фактор-група G/G' — абелева, то цю останню називають *абелізацією* групи G [7, 8]. Зокрема, комутантом симетричної групи S_n є знакозмінна група A_n , тобто абелізацією S_n буде циклічна група другого порядку. Для того, щоб описати абелізацію групи $S(n, r)$, охарактеризуємо спочатку комутант цієї групи. Нехай $\sigma = \prod f(\bar{x}_r)$ — добуток всіх значень деякої координатної функції, взятих у певному порядку.



Підстановка σ є або парною, або непарною і ця властивість не залежить від порядку множників. Із означення оператора Π випливає: (i) якщо $\Pi f(\bar{x}_r) \in A_n$, то для довільної таблиці $u \in S(n, r)$ маємо $\Pi f(\bar{x}_r^u) \in A_n$; (ii) якщо $\Pi f(\bar{x}_r) \in A_n$ та $\Pi g(\bar{x}_r) \in A_n$, то $\Pi f(\bar{x}_r)g(\bar{x}_r) \in A_n$, де A_n – знакозмінна група порядку n .

Теорема 2 [9]. Комутант $S'(n, r)$ містить ті й тільки ті таблиці $[g_1, g_2(x_1), \dots, g_r(\bar{x}_{r-1})]$, для яких виконується співвідношення: $g_1 \in A_n$, $\Pi g_i(\bar{x}_{i-1}) \in A_n$ ($1 \leq i \leq r$).

Основний результат. При виконанні умов доведених у роботах [7, 9] лем 1–6 та теорем 1, 2, можна довести наступні твердження.

Теорема 3. Кожна мінімальна (за кількістю елементів) система твірних групи $S(n, r)$ для довільного $r \geq 2$ містить рівно r елементів.

Доведення. Нехай $m(S(n, r))$ — мінімально можлива кількість твірних групи $S(n, r)$. Доведемо спочатку, що $m(S(n, r)) \geq r$. Розглянемо абелізацію $G = S(n, r) / S'(n, r)$ групи $S(n, r)$ і покажемо, що вона є елементарною абелевою 2-групою рангу r .

Дійсно, для кожної таблиці $u = [g_1, g_2(x_1), \dots, g_r(\bar{x}_{r-1})]$ маємо

$$u^2 = [g_1^2, g_1(x) \cdot g_1(x_1''), \dots, g_r(\bar{x}_{r-1}) \cdot g_r(\bar{x}_{r-1}'')].$$

Оскільки $g_1^2 \in A_n$ та $\Pi g_i(x_{i-1})g_i(x_{i-1}'') \in A_n$, то $u^2 \in S'(n, r)$, тобто образ таблиці u при природному гомоморфізмі $S(n, r) \rightarrow S(n, r) / S'(n, r)$ є елементом порядку 2. Значить, G — елементарна абелева.

Далі, оскільки кожен координатну функцію $f(\bar{x}_k)$ можна розкласти на добуток $f = g \cdot h$ двох функцій таких, що $\Pi g(\bar{x}_k) \in A_n$, а $h(\bar{x}_k)$ набуває неединичного значення не більше ніж в одній точці, то кожен таблицю $v = [f_1, f_2(x_1), \dots, f_r(\bar{x}_{r-1})] \in S(n, r)$ можна розкласти на добуток

$$v = [g_1, g_2(x_1), \dots, g_r(\bar{x}_{r-1})] \cdot [h_1, h_2(x_1), \dots, h_r(\bar{x}_{r-1})],$$

перший множник якого належить $S'(n, r)$, а координатами другого є функції, які набувають неединичного значення не більше ніж в одній точці. Звідси випливає, що абелізація $S(n, r) / S'(n, r)$ породжується образами r координатних таблиць вигляду $[\varepsilon, \dots, \varepsilon, \tilde{h}_k(\bar{x}_{k-1}), \varepsilon, \dots, \varepsilon]$, де $\tilde{h}_k(\bar{x}_{k-1})$ набуває тільки одного неединичного значення і є непарною підстановкою. Таким чином, ранг абелізації дорівнює r , тому довільна система твірних групи $S(n, r)$ містить не менше ніж r елементів. Вкажемо тепер систему твірних $S(n, r)$, яка складається рівно з r елементів. Для випадку $r = 2$ справджується теорема 2.5 [8]. У ній встановлено, що $S(n, 2)$ породжується такими двома таблицями: $u = [g_1, g_2(x_1)]$, $v = [h_1, h_2(x_1)]$, де: (i) якщо n – парне, $n > 2$, тоді $g_1 = (1, 2, \dots, n)$, $h_1 = (1, 2, \dots, n-1)$,

$$g_2(x_1) = \begin{cases} (1, 2, \dots, n-1) & \text{при } x_1 = 1, \\ \varepsilon & \text{в решті випадків,} \end{cases} \quad h_2(x_1) = \begin{cases} (1, 2, \dots, n) & \text{при } x_1 = n, \\ \varepsilon & \text{в решті випадків;} \end{cases}$$



(ii) якщо n — непарне, $n > 2$, тоді $g_1 = (1, 2, \dots, n)$, $h_1 = (1, 2)$, $g_2(x_1) = (1, 2)$,

$$h_2(x_1) = \begin{cases} (1, 2) & \text{при } x_1 = 1, \\ (1, 2, \dots, n) & \text{при } x_1 = 3, \\ \varepsilon & \text{в решті випадків;} \end{cases}$$

(iii) якщо $n = 2$, тоді $g_1 = (1, 2)$, $h_1 = \varepsilon$, $g_2(x_1) = \varepsilon$,

$$h_2(x_1) = \begin{cases} (1, 2) & \text{при } x_1 = 1, \\ \varepsilon & \text{в решті випадків.} \end{cases}$$

Нехай тепер $r > 2$. Skorистаємося індукцією по r . Припустимо, що група $S(n, r)$ породжується r таблицями $w_i = [f_1^{(i)}, f_2^{(i)}(x_1), f_3^{(i)}(x_1, x_2), \dots, f_r^{(i)}(\bar{x}_{r-1})]$ ($i = 1, 2, \dots, r$) і побудуємо систему твірних групи $S(n, r+1)$, яка складається з $r+1$ таблиць. Для цього продовжимо кожен з таблиць w_i до таблиці $\tilde{w}_i$ довжини $r+1$, дописуючи $(r+1)$ -у координату, яка дорівнює ε ($1 \leq i \leq r$) і додамо до цієї системи таблицю $\tilde{w}_{r+1} = [\varepsilon, \dots, \varepsilon, h_{r+1}(\bar{x}_r)]$, де функція $h_{r+1}(\bar{x}_r)$ визначається так:

(j) якщо n – парне, тоді

$$h_{r+1}(\bar{x}_r) = \begin{cases} (1, 2, \dots, n-1), & \text{якщо } \bar{x}_r = (1, 0, 0, \dots, 0), \\ (1, 2, \dots, n), & \text{якщо } \bar{x}_r = (0, 1, 0, \dots, 0), \\ \varepsilon & \text{в решті випадків;} \end{cases}$$

(jj) якщо n – непарне, тоді

$$h_{r+1}(\bar{x}_r) = \begin{cases} (1, 2), & \text{якщо } \bar{x}_r = (1, 0, 0, \dots, 0), \\ (1, 2, \dots, n), & \text{якщо } \bar{x}_r = (0, 1, 0, \dots, 0), \\ \varepsilon & \text{в решті випадків.} \end{cases}$$

Отже, для довільного n можна підібрати такі натуральні числа k, t , щоб $\tilde{w}_{r+1}^k = [\varepsilon, \dots, \varepsilon, g_{r+1}^{(1)}(\bar{x}_r)]$, $\tilde{w}_{r+1}^t = [\varepsilon, \dots, \varepsilon, g_{r+1}^{(2)}(\bar{x}_r)]$, і функції $g_{r+1}^{(j)}(\bar{x}_r)$, $j = 1, 2$, набували неединичного значення (рівного $(1, 2, \dots, n-1)$ і $(1, 2, \dots, n)$ або, відповідно, $(1, 2)$ і $(1, 2, \dots, n)$) тільки в одній точці. Оскільки через таблиці w_i ($i = 1, 2, \dots, r$) виражаються всі координатні таблиці з системи твірних (4.2), а $\tilde{w}_{r+1}^k$ і $\tilde{w}_{r+1}^t$ самі мають потрібний вигляд, то звідси випливає, що так побудована система $\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_r, \tilde{w}_{r+1}$ є системою твірних групи $S(n, r+1)$. Теорему 3 доведено.

Теорема 3 допускає природне узагальнення на випадок довільних метасиметричних груп скінченного рангу. А саме, має місце таке твердження.

Теорема 4. Кожна мінімальна (за кількістю елементів) система твірних метасиметричної групи $S(n_1, n_2, \dots, n_r)$ ($n_i \geq 2$ для $i = 1, 2, \dots, r$) довільного скінченного рангу $r \geq 2$ містить рівно r елементів.

Доведення. Як і при доведенні теореми 3, можна показати, що

$$|S(n_1, n_2, \dots, n_r) / S'(n_1, n_2, \dots, n_r)| \geq r,$$

тобто $m(S(n_1, n_2, \dots, n_r)) \geq r$. А тому досить побудувати систему твірних групи



$S(n_1, n_2, \dots, n_r)$, яка складається з r елементів. Така побудова, як і при доведенні попередньої теореми, здійснюється індуктивно. При $r = 2$ потрібні системи твірних побудовано в теоремі 2.5 [8]. Якщо ж $r > 2$, то до системи твірних групи $S(n_1, n_2, \dots, n_{r-1})$, яка складається із $(r-1)$ -го елемента, слід додати ще одну таблицю вигляду $w_r = [\varepsilon, \dots, \varepsilon, h_r(\bar{x}_{r-1})]$, де функція $h_r(\bar{x}_{r-1})$ визначається так:

1') якщо n_r – парне, то

$$h_r(\bar{x}_{r-1}) = \begin{cases} (1, 2, \dots, n_r - 1), & \text{якщо } \bar{x}_{r-1} = (1, 0, 0, \dots, 0), \\ (1, 2, \dots, n_r), & \text{якщо } \bar{x}_{r-1} = (0, 1, 0, \dots, 0), \\ \varepsilon & \text{в решті випадків;} \end{cases}$$

2') якщо n_r – непарне, то

$$h_r(\bar{x}_{r-1}) = \begin{cases} (1, 2), & \text{якщо } \bar{x}_{r-1} = (1, 0, 0, \dots, 0), \\ (1, 2, \dots, n_r), & \text{якщо } \bar{x}_{r-1} = (0, 1, 0, \dots, 0), \\ \varepsilon & \text{в решті випадків.} \end{cases}$$

Усі перевірки здійснюються аналогічно, як і при доведенні теореми 3 і ми їх опускаємо. Теорему 4 доведено.

Висновки. Досліджено системи твірних груп автоматних підстановок, які діють на множині всіх слів над даним алфавітом або на множині слів довжини r ($r \in \mathbb{N}$) над цим алфавітом. Результати, одержані в роботі, можна застосувати для подальшого дослідження груп, індукованих автоматними підстановками на множині слів довжини r , а також нових серій систем твірних груп автоматних підстановок.

Література

1. Холл М. Теория групп.– М.: Изд-во иностр. лит., 1962.– 468 с.
2. Глушков В.М. Абстрактная теория автоматов // Успехи мат. наук.– 1961.– 16, №5.– С.3–63.
3. Заровный В.П. Автоматные подстановки и сплетения групп // Кибернетика.– 1965.– №1.– С.29–36.
4. Чекань Б., Гечеч Ф. О группе автоматных подстановок // Кибернетика.– 1965.– №1.– С.29–36.
5. Суцанський В.І. Групи автоматних підстановок // Доповіді НАН України.– 1998.– №6.– С.47–50.
6. Chillag D., Herzog M., Mann A. On the Diameter of a Graph Related to Conjugacy Classes of Groups // Bull. London Math. Soc.– 1993.– Vol.25.– P.255–262.
7. Сикора В.С., Суцанский В.И. Системы порождающих групп автоматных подстановок // Кибернетика и системный анализ.– 2000.– №3.– С.121–133.
8. Сікора В.С. Мінімальні системи твірних скінченних гіпероктаедральних, мономіальних, метасиметричних та автоматних груп підстановок. Монографія.– Чернівці: Технодрук, 2018.– 168 с.



9. Sikora V.S. Minimal Generators Systems for Groups of Automatic Permutations // International Scientific Periodical Journal "SWorldJournal".– 2021.– Issue 7, Part 2.– P.48-55.– Published by: SWorld & D.A. Tsenov Academy of Economics – Svishtov, Bulgaria.– DOI: 10.30888/2663-5712.2021-07-02-014.

10. Курош А.Г. Теория групп.– М.: Наука, 1967.– 648 с.

Abstract. *Systems of induced generating actions of automaton permutation groups on words of length r are investigated. A family of irreducible systems of generators is constructed, and the cardinality of such systems is found to be related with r . The theorem is proved that arbitrary minimal (on quantity of the elements) system of generators of the $S(n,r)$ -group consists of r elements, $r \geq 2$.*

Key words: *system of generators, automaton permutation groups, finite automaton permutations, irreducible systems of generators.*

Стаття відправлена: 14.01.2022 г.

© Сікора В.С.



УДК 632.935.4

ACTIVATION OF METALLIZED COLLOIDAL SOLUTIONS**АКТИВАЦІЯ МЕТАЛІЗОВАНИХ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ****Morozov A.S. / Морозов А.С.***s.t.s, as.prof/к.м.н./доц.*

ORSID:0000-0001-5769-489X

*National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnical Institute",
Peremogy ave., 37, Kyiv, Ukraine, 03056*

Анотація. Одним з найважливіших чинників стабілізації є гідродинамічний опір витісненню рідкого дисперсійного середовища з прошарку між частинками, що зближуються. Враховуючи його неоднорідність (гетерогенність), досить складно спрогнозувати вплив в'язкісних властивостей на таку гідродинамічну характеристику. Непрямою характеристикою кінетичної стійкості металізованої фарби як колоїдної системи є її схильність до седиментації.

На початку полімеризації рідка металізована система поступово перетворюється на гель і частково втрачає агрегатну стійкість, але зберігає кінетичну або тимчасову седиментаційну. Вплив сил на седиментаційну стійкість системи залежить від кількості та дисперсності частинок металевого наповнювача. Седиментаційна стійкість металізованої колоїдної системи пов'язана опосередковано з умовами для активації такої системи зовнішніми коливаннями. Тому виникає актуальна задача аналізу прогнозованої поведінки металевих частинок при акустичній обробці дисперсійного середовища.

Ключові слова: седиментація, ультразвукові коливання, металізована колоїдна система, гідродинамічна сила.

Introduction

It is known that at relatively long distances (30...50 microns) between the composites of the dispersed phase, the convergence of particles occurs due to inertia of them, gravitational forces [1]. When distance decreases, the molecular forces of interaction are manifested. The movement of filler particles in the bidisperse system (which is metallized colloidal) is determined mainly by the action of inertial forces that occur at the beginning of curvature of the lines of flow of liquid flowing over the nude of dispersed particles. According to modern research, at a distance of 10... 20 microns between them, sedimentation begins to interfere with the hydrodynamic take on mode, caused by the withering resistance of the layers of liquid. However, at such distances, particles can converge due to the action of hydrodynamic force, which cannot provide direct contact between the components due to the increasing resistance of the layers of the dispersed phase.

The purpose of the work

The presented scientific study aims to substantiate the mechanism of acoustic cleaning of metal particles in colloidal systems of printing purposes.

Results of the conducted researches

When a fine electromagnetic filler is injected into the composition, the force of magnetic interaction occurs, which, creating an electromagnetic barrier, contributes to the uniform distribution of the magnetic filler in the composition volume.

Consequently, the total force acting on a dispersed particle that is approached in the process of sedimentation to the printed surface is generally equal to:



$$F = F_t + F_m + F_u + F_e \quad (1)$$

where F_t is the gravity of a small particle; F_m – the force of intermolecular interaction, F_u - the force of hydrodynamic interaction, F_e - the force of electromagnetic interaction.

When forming the frame of the spatial grid of the filler, in the layers of which the polymer matrix is placed, the processing of positions filled with polymer compositions by the electromagnetic field allows increasing the aggregative and sedimentation stability of the systems and getting protective polymer-compositional coverings with a sufficiently uniform distribution of the filler.

In the process of sedimentation and filling (in the case of non popping pigments) the flows of micro inequalities of the material with the applied printing ink, fine particles, including metal ones, form coagulants, the area of contact of which with the surface of the transition layer of the printed material exceeds the contact area of the initial particles. Coagulant formed from small fractions of powder on the micro inequalities of the surface of a sufficiently dense substrate, which provide adhesion stability of the coating due to Van Der Waals interaction.

Printing coating in most cases is a paint film based on filled polymers, the structure of which was due to the gradual transformation of liquid-shaped binding into a solid composite compound [2]. The kinetics of this transformation is determined by the range of physical and chemical parameters: suction rate and evaporation of the solvent; gradient of its concentration in local surface zones of printing materials; the presence of foreign inclusions in the form of micro droplets of water and other impurities.

Activation of metallized colloidal solutions by ultrasonic vibrations in real conditions and the rate of consolidation and deposition of particles suspended in a liquid medium are affected by the intensity and time of ultrasonic exposure, as well as the parameters of the processed technological volume. To achieve the maximum possible intensity of the particle coagulation process during the sonication of the metallized colloidal solution, it is necessary to optimize the intensity or time of ultrasonic exposure.

Metallized colloidal solutions for printing purposes can be used as model systems to identify patterns of influence the polymers on a hard surface. There is a need for research aimed at identifying the optimal modes of ultrasonic influence under the condition of achieving maximum stabilization and homogenization of metallized colloid solutions by simultaneously grinding large plastic granules into smaller ones and coagulating into a relatively equilibrium dispersed phase in the form of plasticized ball-like particles.

The mechanism of acoustic coagulation is associated with the action on particles of hydrodynamic forces - the forces of Bernoulli and the forces of Bierknes. However, expressions for these forces are obtained for the case of hydrodynamic action of particles in a homogeneous flow of ideal incommunicable liquid, at the same time, as in the spread of sound waves, the flow of liquid is significantly heterogeneous and non-stationary.

When studying the hydrodynamic interaction of particles in a liquid, different problem statements are possible. This is due to the possible simplifications of the



equations of the hydrodynamics, which are non lineable in terms of variable values. [3]. There are many works in the literature devoted to the problem of particle interaction in the flow of viscous incompressible liquid in Reynolds' small numbers. Fluid motion equations are greatly simplified and become linear Stokes equations. At high frequencies, non-stationary terms in motion equations become the main ones.

It is known, that the distribution of the pressure velocity around two particles of one coaxial radius located in the stream of incompressible liquid, the speed of which U at infinity is a time-dependent linear coordinate function

$$U_i(t) = U_{0i}(t) + E_{ij}(t) x_j \quad (2)$$

Moreover, the E_{ij} tensor meets the conditions

$$E_{ij} = 0, E_{ij} = E_{ji}$$

The analytical solution to the problem of interaction of two particles in an ideal non-bearing liquid allows direct calculations of the forces of F^A and F^B acting on spheres **A** and **B** from the liquid side [4]. Force is calculated as

$$F_i^A = \oint_S (p \delta_{ij} + \rho (U_i + u_i) (U_j + u_j)) n_j dS, \quad (3)$$

where p - pressure, u - perturbation of speed, ρ - fluid density. The integral is taken on the S^A surface of particle **A**, the external normal to which is the vector n_A . p pressure equals

$$p = -\rho \partial \phi / \partial t - \rho (U_j + u_j) / 2 \quad (4)$$

The obtained expressions for the forces F^A and F^B , acting on particles **A** and **B** in an ideal incompressible liquid, allow to determine the speed of movement of particles acquired by them as a result of interaction with the flow of liquid with each other and to investigate the dynamics of their movement. Using Newton's second law, we obtain a system of differential equations. Due to the complexity of expressions for forces acting on particles, the system of equations was solved quantitatively. The graphs below show the results of calculations for the case when the density of particles is less than the density of the liquid at the position oriented along and across the flow rate of the running liquid (Fig.1).

The results of quantitative modeling show that it is possible both the convergence of particles and their distance from each other. In addition, if the rate of the infused flow of incompressible liquid is directed at an angle close to the straight, relative to the line connecting the centers of spheres, then the particles converge (Fig.2) under the action of the result of Bernoulli force. When positioning spheres along the speed and they are removed from each other.

Consider now two particles that are located in a stream of ideal compressible fluid : $E_{ii} = 0, E_{ij} = E_{ji}$

The distribution of velocity and pressure around particles is described by the equations of incompressible liquid. However, if the characteristic size of λ current, on which there is a change in the values in the liquid due to compressibility, satisfies the condition $\lambda \gg r$, where r is the distance between the particles, then near the particles of the equation for speed and pressure can be written in the form of analogical for incompressible liquid. The only difference lies in the condition $E_{ii} = 0$. This is easily taken into account by additional terms in the expression for potential.

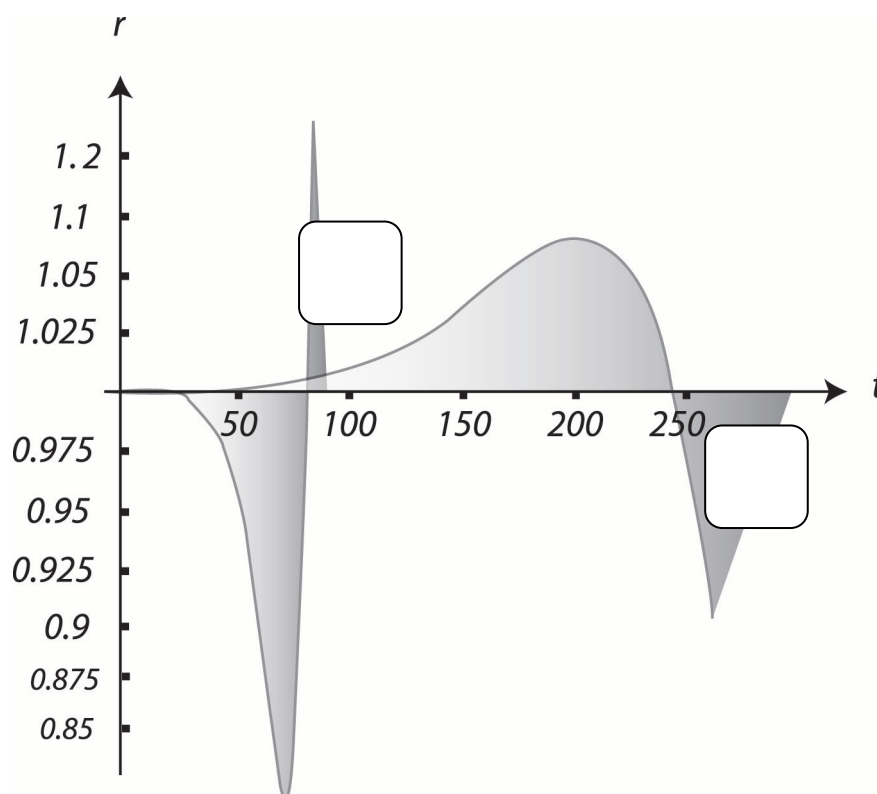


Fig.1. Results of calculations for the case of particle orientation along (1) and across (2) of the stream

Using the expression for the potential of fluid velocity around two particles in an ideal compressed liquid, we find expressions for the forces $\mathbf{F}^A$ and $\mathbf{F}^B$ acting on spheres **A** and **B** on the fluid side and making up the differential equations of particle movement. The equations are solved quantitatively. The results of calculations are given below in the graphs for the case when the density of particles is less than the density of the liquid and the vector connecting the centers of particles, oriented along or across the speed of the flow of liquid (Fig. 2).

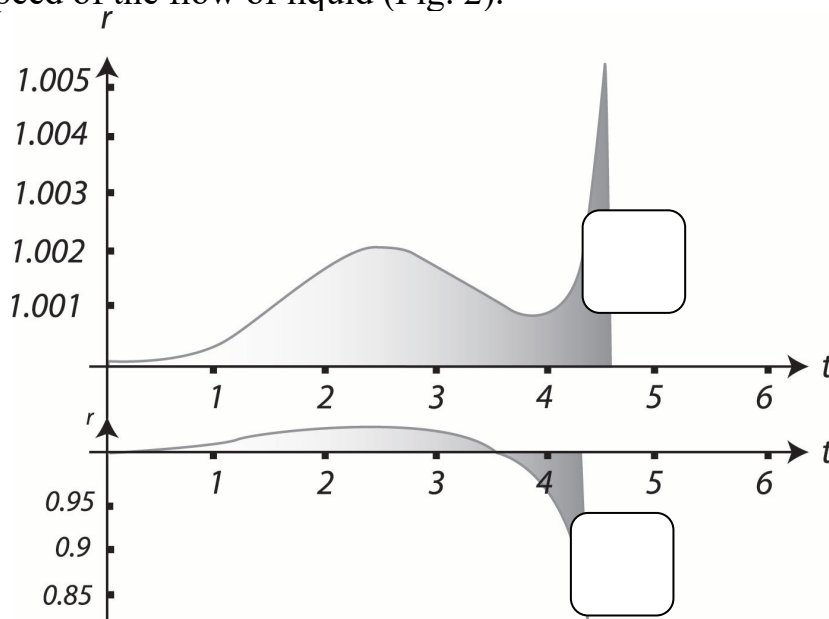


Fig.2. Calculation results for particle positioning along (1) and across (2) streams.



Fluid compressivity significantly affects the movement of particles in the sound wave. Unlike the case of the interaction of particles in the stream of incurable liquid, the union of particles is possible in the case when they are one after another relative to the direction of wave propagation (Fig.1). When particles are located across the wave, they are removed from each other (Fig.2).

The results of quantitative modeling show that it is possible both the convergence of particles and their distance from each other. In addition, if the flow rate of the insidious liquid that runs is directed at an angle close to the straight, relative to the line connecting the centers of spheres, then the particles converge (Fig.4.2) under the action of the result of Bernoulli force [5]. When the spheres are positioned along the speed, they are removed from each other.

The obtained results indicate that the mechanism of particle coagulation in the sound wave is qualitatively different from what the Bernoulli force gives in the flow of incurable liquid.

In real conditions, during sonication, the intensity and time of ultrasonication, as well as the parameters of the processed technological volume, affect the rate of consolidation and deposition of particles suspended in the liquid medium. To achieve the maximum possible intensity of the particle coagulation process during the sonication of the metallized colloidal solution, it is necessary to optimize the intensity or time of ultrasonic exposure [6].

The energy of the ultrasonic wave absorbed in the defective zones of the crystal lattice of shaving particles is consumed to relieve local stresses, unlock dislocations, increase their mobility, which provides a more intensive course of cleaning of metal pigments.

The obtained experimental results allowed to analyze the processes that occur in metallized colloidal solutions under acoustic influence of varying intensity. To implement the process of intensive coagulation in a small technological volume, 25% of the power and time of influence of the order of 2 minutes is enough. With an increase in exposure time, there is a slight deterioration in the coagulation process, which indicates that at low power the process is more efficient, but a small volume and a greater amount of radiation intensity in it lead to the gradual cavitation destruction of the increased particles.

Conclutions

To implement the process of intensive coagulation in a small technological volume, 25% of the power and time of influence of about 2 minutes is enough. With an increase in exposure time, there is a slight deterioration in the coagulation process, which indicates that at low power the process is more efficient, but a small volume and a greater amount of radiation intensity in it lead to the gradual cavitation destruction of the increased particles. The conducted studies confirmed the effectiveness of the use of intensive sonication to accelerate the process of homogenization of metallized colloidal solutions.

References

1. Bernal I. D. Geometrical approach to the structure of liquids/ J.Appl. Phys.Lett., 2000. Vol. 44, N 9. P. 874-876.



2. Shanyavsky A. A. Synergetic approach to the construction of a single diagram of the growth of fatigue cracks in materials. A. A. Shanyavsky, E. M. Grigoriev//Synergetics and fatigue destruction of materials.M.: Nauka,1989.-246 p.
3. Zhilenko A. Metallized paints and their market in Ukraine / Zhilenko A.//Print plus. – 2004. №6(14). – S. 57-59.
4. Emelyanova T. Metallized paints: pale-rich gold paints/ Emelyanova T.// Poligrafist i Izdatel'. – 2002. – №7. S.43-49.
5. Spectacular pigments for label printing. Effect pigments for label printing Buchweitz Jorg. Narro Web Tech, 2003, №2. P. 10-11 (RJ "Publishing and Polygraphy"– M.: VINITI, 2007)
6. GOST 6591-73. Printed inks. Methods for determining the time of drying or film formation.

Abstract. *One of the most important factors in stabilization is the hydrodynamic resistance to displace the liquid dispersion medium from the layer between the convergence particles. Given its heterogeneity, it's quite difficult to predict the effect of viscosity properties on such a hydrodynamic characteristic. An indirect characteristic of the kinetic stability of metallized paint as a colloidal system is its tendency to sedimentation.*

At the beginning of polymerization, the liquid metallized system gradually turns into a gel and partially loses aggregate stability, but retains kinetic or temporary sedimentation. The effect of forces on the sedimentation stability of the system depends on the number and dispersion of metal filler particles. The sedimentation stability of the metallized colloidal system is indirectly related to the conditions for activating such a system by external oscillations. Therefore, there is an urgent task of analyzing the predicted behavior of metal particles in the acoustic processing of the dispersion medium.

Key words: *sedimentation, ultrasonic vibrations, metallized colloid on system, hydrodynamic force.*



УДК 517.91; 517.958

**APPLIED COMPONENT OF THE THEORY OF DIFFERENTIAL
EQUATIONS IN PROBLEMS OF MECHANICS****ПРИКЛАДНА СКЛАДОВА ТЕОРІЇ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ
У ЗАДАЧАХ МЕХАНІКИ****Arshava E.A. / Аршава О.О.***k.ph-m.s., as.prof. / к.ф.-м.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-2455-6623

*Kharkiv National University Of Civil Engineering And Architecture,**Kharkiv, Sumska, 40, 61002**Харківський національний університет будівництва та архітектури,**Харків, Сумська, 40, 61002*

Анотація. У статті розглядається реалізація міждисциплінарної інтеграції вищої математики та теоретичної механіки в системі вищої освіти. Здійснюється аналіз прикладної складової теорії диференціальних рівнянь під час складання моделі механічних процесів та методів розв'язків таких моделей. Наводяться приклади математичних моделей низки класичних задач механіки. Особливу увагу при розв'язанні таких моделей приділяється теоретичним аспектам математичної освіти як фактору формування фундаменту міждисциплінарних зв'язків.

Ключові слова: диференціальні рівняння, математичні моделі механічних процесів, горизонтальна балка, цевна лінія, вимушені коливання.

Вступ.

Реалізація міждисциплінарної інтеграції Вищої математики та Теоретичної механіки є актуальною проблемою для сучасного закладу вищої освіти технічного напрямку. Саме такий підхід під час викладання навчальних дисциплін забезпечує взаємозв'язок між ними як на рівні теоретичних знань, так і на рівні різноманітних видів практичної діяльності.

У роботі [1] зазначалося, що «найважливішим аспектом вивчення диференціального числення є формування у здобувачів вищої освіти вміння розв'язувати задачі прикладного наповнення за допомогою математичного апарату». Наведені приклади дозволили продемонструвати читацькій аудиторії міждисциплінарні зв'язки між Вищою математикою та Фізикою і Теоретичною механікою.

Авторка цієї публікації ставила за мету демонстрацію побудови математичних моделей деяких механічних процесів та визначення їх розв'язку.

Між дослідженнями математиків та механіків не існує чіткої межі. Праці механіків надають поштовх до розвитку математичної теорії. В то же час, для математиків є величезною гордістю отримати результати, що стосуються механіки. Тому відоме висловлення Леонардо да Вінчі: «Математика є рай математичних наук» лаконічно та чітко розкриває глибину зв'язку між двома складовими фундаментальної освіти сучасних фахівців.

Основний текст

Процес моделювання різноманітних механічних явищ доволі часто призводить до розв'язання задач, у яких невідомою є деяка функція. Розглянемо рівняння, які крім незалежних величин і залежних від них шуканих



функцій містять також похідні (диференціали) від невідомих функцій.

Відомо, що такі рівняння називаються диференціальними, а знаходження невідомої функції – інтегруванням диференціального рівняння. Розробка методів інтегрування диференціальних рівнянь і дослідження властивостей їхніх розв'язків є предметом теорії диференціальних рівнянь.

Наведемо декілька прикладів математичних моделей класичних задач механіки.

Приклад 1. Визначити криву прогину горизонтальної балки, один кінець якої наглухо закріплений, а на інший діє зосереджена сила P (рисунок 1) (власною вагою балки можна знехтувати, вигин балки можна вважати настільки малим, що $y'^2 \ll 1$).

Розв'язання. Застосуємо відомий із курсу опору матеріалів факт, який полягає в тому, що залежність між кривизною та згинаючим моментом має вигляд:

$$\frac{y''}{(1 + y'^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{M(x)}{EI}, \quad (1)$$

де $M(x) = P(l - x)$ – згинаючий момент в перерізі x , обчислений як результат дії зовнішніх сил, розташованих справа від перерізу,

E – модуль пружності,

I – момент інерції поперечного перерізу.

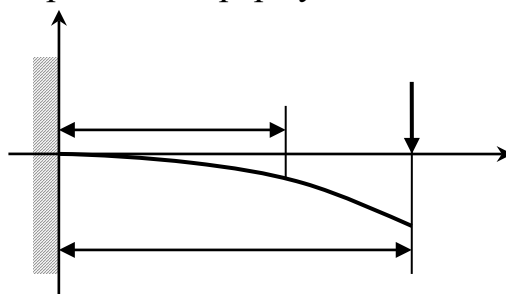


Рисунок 1 – Горизонтальна балка

Підставляючи $M(x)$ в рівняння (1) і врахувавши, що $1 + y'^2 \approx 1$, одержимо

$$y'' = \frac{P}{EI}(l - x). \quad (2)$$

Рівняння (2) є диференціальним рівнянням другого порядку, що допускає зниження порядку. Інтегруємо його двічі:

$$y'(x) = -\frac{P}{2EI}(l - x)^2 + C_1,$$

$$y(x) = \frac{P}{6EI}(l - x)^3 + C_1x + C_2.$$

Для визначення довільних сталих C_1 і C_2 застосовуємо початкові умови:

1) при $x=0$ $y' = 0$,

2) при $x=0$ $y = 0$.



Із першої умови одержимо

$$y'(0) = -\frac{Pl^2}{2EI} + C_1 = 0,$$

звідси

$$C_1 = \frac{Pl^2}{2EI}.$$

Тоді

$$y(x) = \frac{P}{6EI}(l-x)^3 + \frac{Pl^2}{2EI}x + C_2.$$

Із другої умови маємо

$$y(0) = \frac{Pl^3}{6EI} + C_2 = 0,$$

отже,

$$C_2 = -\frac{Pl^3}{6EI}.$$

Остаточно рівняння кривої прогину горизонтальної балки матиме вигляд

$$y(x) = \frac{P}{6EI}(l-x)^3 + \frac{Pl^2}{2EI}x - \frac{Pl^3}{6EI},$$

або

$$y(x) = \frac{P}{2EI} \left(lx^2 - \frac{x^3}{3} \right).$$

Приклад 2 Визначити рівняння кривої, вздовж якої розміщується гнучка нерозтяжна нитка, що закріплена кінцями в двох точках $A(x_0, y_0)$ і $B(x_1, y_1)$ під дією навантаження, розподіленого рівномірно за її довжиною. Причому, навантаження, що припадає на одиницю довжини, дорівнює q .

Розв'язання. Виділяємо на кривій елемент дуги $MN = dS$ (рисунок 2).

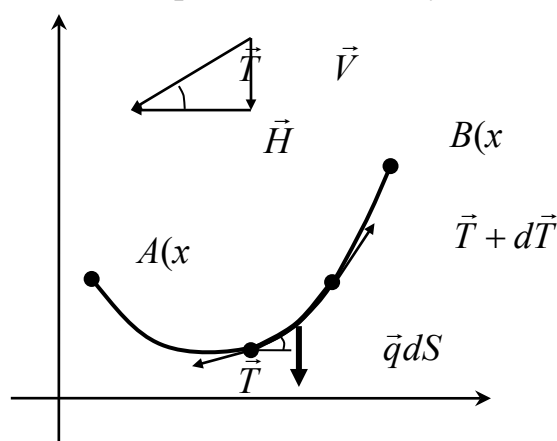


Рисунок 2 – Гнучка нитка під дією навантаження

На елемент дуги діють такі сили: в точці M – натяг $\vec{T}$, в точці N – натяг $\vec{T} + d\vec{T}$ і сила ваги $\vec{q}dS$. Із умови рівноваги, яка полягає в тому, що сума проєкцій сил на осі координат дорівнює нулю, випливає:



$$\sum X_i = -T_x + (T + dT)_x = 0,$$

$$\sum Y_i = -T_y + (T + dT)_y - qdS = 0,$$

або

$$-T_x + T_x + (dT)_x = 0,$$

$$-T_y + T_y + (dT)_y - qdS = 0,$$

звідки

$$(dT)_x = 0, \quad (dT)_y - qdS = 0.$$

Позначимо T_x через H , а T_y через V . Тоді вище вказані рівняння рівноваги записуються у вигляді:

$$dH = 0, \quad dV - qdS = 0.$$

Із рівняння $dH=0$ випливає, що $H=const$, тобто горизонтальна складова натягу нитки є величина стала. Позначимо через α кут, який дотична до нитки в точці M складає з віссю Ox . Тоді з силового трикутника (рисунок 2) маємо:

$$\frac{V}{H} = \operatorname{tg} \alpha = y', \quad V = y'H, \quad dV = d(y'H) = Hy''dx.$$

Сталу величину H винесено за знак диференціалу. Диференціал дуги має вигляд:

$$dS = \sqrt{1 + (y')^2} dx.$$

Підставляючи dV і dS у друге рівняння рівноваги, одержимо

$$Hy''dx = q\sqrt{1 + (y')^2} dx,$$

або

$$y'' = \frac{q}{H} \sqrt{1 + (y')^2}.$$

Одержане рівняння є диференціальним рівнянням другого порядку, що не містить невідомої функції y .

Позначимо $q/H=a$ і застосуємо підстановку $y' = p(x)$, $y'' = \frac{dp}{dx}$. Рівняння зведеться до рівняння першого порядку з відокремлюваними змінними відносно функції p :

$$\frac{dp}{dx} = a\sqrt{1 + p^2}.$$

Після відокремлення змінних одержимо

$$\frac{dp}{\sqrt{1 + p^2}} = adx.$$

Інтегруємо одержане рівняння:

$$\ln \left| p + \sqrt{1 + p^2} \right| = ax + C_1,$$

звідки

$$p + \sqrt{1 + p^2} = e^{ax+C_1}. \quad (3)$$

Із рівності (3) визначаємо p :



$$\begin{aligned}
 (p + \sqrt{1 + p^2}) \cdot (p - \sqrt{1 + p^2}) &= e^{ax+C_1} (p - \sqrt{1 + p^2}), \\
 -1 &= e^{ax+C_1} (p - \sqrt{1 + p^2}), \\
 p - \sqrt{1 + p^2} &= -e^{-(ax+C_1)}, \\
 (p + \sqrt{1 + p^2}) + (p - \sqrt{1 + p^2}) &= e^{(ax+C_1)} - e^{-(ax+C_1)}, \\
 2p &= e^{(ax+C_1)} - e^{-(ax+C_1)}, \\
 p &= \frac{1}{2} (e^{(ax+C_1)} - e^{-(ax+C_1)}) = sh(ax + C_1).
 \end{aligned}$$

Оскільки $p = \frac{dy}{dx}$, то

$$\frac{dy}{dx} = sh(ax + C_1). \quad (4)$$

Інтегруючи рівняння (4), одержимо

$$\begin{aligned}
 y &= \frac{1}{a} ch(ax + C_1) + C_2, \\
 y - C_2 &= \frac{1}{a} ch(ax + C_1).
 \end{aligned}$$

Таке рівняння є рівнянням цепної лінії.

Приклад 3. Визначити закон прямолінійного руху матеріальної точки масою m , яка падає в середовищі, опір руху в якому (сила тертя) пропорційний квадрату швидкості. Початкові умови наступні: в момент часу $t=0$ координата точки дорівнює x_0 , а швидкість v_0 (рисунок 3).

Розв'язання. На матеріальну точку діють такі сили:

$\vec{P}$ - вага матеріальної точки, $\vec{R}$ - сила опору.

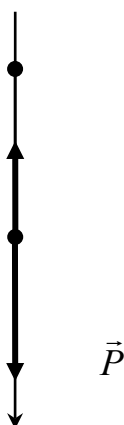


Рисунок 3 – Сили, що діють на матеріальну точку

Будемо вважати, що пряма, вздовж якої здійснюється рух точки, співпадає з віссю Ox , і направимо її вертикально вниз. Запишемо основне рівнянням динаміки точки:



$$m\vec{W} = \sum \vec{F}_k,$$

де $\sum \vec{F}_k$ – рівнодіюча всіх сил, що діють на точку, $\vec{W}$ – прискорення.

За умовою задачі $R=kv^2$, $P=mg$, тоді рівняння руху в проекції на вісь Ox запишеться у вигляді

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = mg - k \left(\frac{dx}{dt} \right)^2.$$

Скорочуємо на m і одержимо диференціальне рівняння другого порядку:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = g - \frac{k}{m} \left(\frac{dx}{dt} \right)^2, \quad (5)$$

в якому відсутня невідома функція x .

Застосування підстановки $\frac{dx}{dt} = p(t)$, $\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{dp}{dt}$ дозволяє знизити порядок диференціального рівняння:

$$\frac{dp}{dt} = g - \frac{k}{m} p^2,$$

Відокремлюємо змінні

$$\frac{dp}{g - \frac{k}{m} p^2} = dt,$$

інтегруємо і одержимо

$$\frac{1}{2} \sqrt{\frac{m}{kg}} \cdot \ln \left| \frac{\sqrt{g} + p \sqrt{\frac{k}{m}}}{\sqrt{g} - p \sqrt{\frac{k}{m}}} \right| = t + C_1. \quad (6)$$

Відповідно до початкової умови при $t=0$ швидкість $\frac{dx}{dt} = p(0) = v_0$, тому

$$C_1 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{m}{kg}} \cdot \ln \left| \frac{\sqrt{g} + v_0 \sqrt{\frac{k}{m}}}{\sqrt{g} - v_0 \sqrt{\frac{k}{m}}} \right|$$

і рівняння (6) набуває вигляд

$$\frac{1}{2} \sqrt{\frac{m}{kg}} \cdot \ln \left| \frac{\sqrt{g} + p \sqrt{\frac{k}{m}}}{\sqrt{g} - p \sqrt{\frac{k}{m}}} \right| = t + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{m}{kg}} \cdot \ln \left| \frac{\sqrt{g} + v_0 \sqrt{\frac{k}{m}}}{\sqrt{g} - v_0 \sqrt{\frac{k}{m}}} \right|.$$

За допомогою елементарних перетворень визначимо $p = \frac{dx}{dt}$:



$$\frac{1}{2}\sqrt{\frac{m}{kg}} \cdot \ln \left| \frac{\sqrt{g} + p\sqrt{\frac{k}{m}}}{\sqrt{g} - p\sqrt{\frac{k}{m}}} \right| - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{m}{kg}} \cdot \ln \left| \frac{\sqrt{g} + v_0\sqrt{\frac{k}{m}}}{\sqrt{g} - v_0\sqrt{\frac{k}{m}}} \right| = t,$$

$$\frac{1}{2}\sqrt{\frac{m}{kg}} \cdot \ln \left| \frac{\frac{\sqrt{g} + p\sqrt{\frac{k}{m}}}{\sqrt{g} - p\sqrt{\frac{k}{m}}}}{\frac{\sqrt{g} + v_0\sqrt{\frac{k}{m}}}{\sqrt{g} - v_0\sqrt{\frac{k}{m}}}} \right| = t,$$

$$\frac{\sqrt{g} + p\sqrt{\frac{k}{m}}}{\sqrt{g} - p\sqrt{\frac{k}{m}}} = \frac{\sqrt{g} + v_0\sqrt{\frac{k}{m}}}{\sqrt{g} - v_0\sqrt{\frac{k}{m}}} \cdot e^{2t\sqrt{\frac{kg}{m}}},$$

$$p = \frac{dx}{dt} = \sqrt{\frac{mg}{k}} \cdot \frac{\left(\sqrt{g} + v_0\sqrt{\frac{k}{m}} \right) e^{t\sqrt{\frac{kg}{m}}} - \left(\sqrt{g} - v_0\sqrt{\frac{k}{m}} \right) e^{-t\sqrt{\frac{kg}{m}}}}{\left(\sqrt{g} + v_0\sqrt{\frac{k}{m}} \right) e^{t\sqrt{\frac{kg}{m}}} + \left(\sqrt{g} - v_0\sqrt{\frac{k}{m}} \right) e^{-t\sqrt{\frac{kg}{m}}}}.$$

Інтегруючи, одержимо загальний розв'язок

$$x(t) = \frac{m}{k} \cdot \ln \left| \left(\sqrt{g} + v_0\sqrt{\frac{k}{m}} \right) e^{t\sqrt{\frac{kg}{m}}} + \left(\sqrt{g} - v_0\sqrt{\frac{k}{m}} \right) e^{-t\sqrt{\frac{kg}{m}}} \right| + C_2.$$

Використовуючи початкову умову: $x=x_0$ при $t=0$, знаходимо C_2 :

$$x_0 = \frac{m}{k} \cdot \ln 2\sqrt{g} + C_2, \quad C_2 = x_0 - \frac{m}{k} \cdot \ln 2\sqrt{g}.$$

Остаточно запишемо частинний розв'язок диференціального рівняння (5):

$$x(t) = \frac{m}{k} \cdot \ln \left| \left(\sqrt{g} + v_0\sqrt{\frac{k}{m}} \right) e^{t\sqrt{\frac{kg}{m}}} + \left(\sqrt{g} - v_0\sqrt{\frac{k}{m}} \right) e^{-t\sqrt{\frac{kg}{m}}} \right| + x_0 - \frac{m}{k} \cdot \ln 2\sqrt{g},$$

$$x(t) = \frac{m}{k} \cdot \ln \left| \frac{1}{2} \left(e^{t\sqrt{\frac{kg}{m}}} + e^{-t\sqrt{\frac{kg}{m}}} \right) + v_0\sqrt{\frac{k}{mg}} \frac{1}{2} \left(e^{t\sqrt{\frac{kg}{m}}} - e^{-t\sqrt{\frac{kg}{m}}} \right) \right| + x_0,$$

$$x(t) = \frac{m}{k} \cdot \ln \left| \operatorname{ch} t\sqrt{\frac{kg}{m}} + v_0\sqrt{\frac{k}{mg}} \cdot \operatorname{sh} t\sqrt{\frac{kg}{m}} \right| + x_0.$$

Приклад 4. На середину пружної балки з закріпленими кінцями з висоти $h=0,1\text{м}$ падає тягар. Статичний прогин балки під тягарем $\delta_{\text{ст}}=1\cdot 10^{-3}\text{м}$. Визначити рівняння руху тягара разом із балкою, вважаючи пружну силу балки пропорційною її прогину й нехтуючи вагою балки. Вісь направити вниз із



положення статичної рівноваги балки.

Розв'язання. Розглянемо рух тягача на балці. На тягач діють дві сили:

P – вага тягача, $F = c\Delta f$ – пружна сила.

Обираємо початок координат таким чином, щоб він співпадав з положенням статичної рівноваги тягача, тоді $F = c(\delta_{cm} + x)$. При $x=0$ $P = F = c\delta_{cm}$.

Тоді диференціальне рівняння руху тягача має вигляд:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = \sum F_x = P - F = P - c(\delta_{cm} + x) = -cx,$$

або

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{c}{m}x. \quad (7)$$

Таке рівняння є лінійним однорідним диференціальним рівнянням другого порядку зі сталими коефіцієнтами. Для знаходження загального розв'язку рівняння (7) складаємо характеристичне рівняння

$$k^2 = -\frac{c}{m},$$

корні якого є комплексно-спряженими числами

$$k_{1,2} = \pm i \cdot \sqrt{\frac{c}{m}}.$$

Тоді загальний розв'язок рівняння (7) має вигляд:

$$x = C_1 \cos t \sqrt{\frac{c}{m}} + C_2 \sin t \sqrt{\frac{c}{m}},$$

$$\sqrt{\frac{c}{m}} = \sqrt{\frac{P}{m\delta_{cm}}} = \sqrt{\frac{mg}{m\delta_{cm}}} = \sqrt{\frac{g}{\delta_{cm}}} = \sqrt{9800} = 70\sqrt{2}.$$

Для знаходження сталих C_1 , C_2 використовуємо початкові умови:

$$1) \text{ при } t=0 \quad \frac{dx}{dt} = v_0 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9.8 \cdot 0.1} = 1.4;$$

$$2) \text{ при } t=0 \quad x=x_0 = -\delta_{cm} = -1 \cdot 10^{-3}.$$

Знайдемо $\frac{dx}{dt}$:

$$\frac{dx}{dt} = -C_1 \sqrt{\frac{c}{m}} \sin t \sqrt{\frac{c}{m}} + C_2 \sqrt{\frac{c}{m}} \cos t \sqrt{\frac{c}{m}}.$$

Із першої початкової умови маємо: $x'(0) = 1.4 = C_2 70\sqrt{2}$, звідки $C_2 = \sqrt{2} \cdot 10^{-2}$.

Із другої початкової умови визначаємо: $x(0) = -1 \cdot 10^{-3} = C_1$.

Рівняння руху тягача разом із балкою має вигляд:

$$x = -1 \cdot 10^{-3} \cos(t 70\sqrt{2}) + \sqrt{2} 10^{-2} \sin(t 70\sqrt{2}).$$

Застосуємо відому із курсу тригонометрії формулу:



$$a \cos \alpha + b \sin \alpha = \sqrt{a^2 + b^2} \sin(\alpha + \varphi),$$

де $\operatorname{tg} \varphi = \frac{a}{b}$.

У нашому випадку

$$\sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(-1 \cdot 10^{-3})^2 + (\sqrt{2} \cdot 10^{-2})^2} \approx 1.42 \cdot 10^{-2},$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{-1 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{2} \cdot 10^{-2}} = -0.0707, \quad \varphi = -0.07,$$

Отже, остаточно рівняння руху тягара набуває вигляд:

$$x(t) = 1.42 \cdot 10^{-2} \sin(70\sqrt{2}t - 0.07).$$

Приклад 5. Тягар вагою 2.45 Н підвішений до пружини, коефіцієнт жорсткості якої становить $c=100$ Н/м. На нього діє вертикальна сила $F=1.8 \cdot \sin 16t$. Визначити рівняння вимушених коливань тягара.

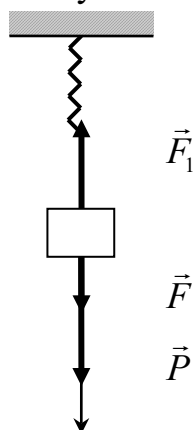


Рисунок 4 – Тягар, підвішений до пружини

Розв'язання. Складаємо диференціальне рівняння руху тягара:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = P - F_1 + F$$

де P – вага тягара, $F_1 = c(\delta_{cm} + x)$ – пружна сила, F – вертикальна сила (рисунок 4). При $x=0$: $P = F_1 = c\delta_{cm}$, тоді диференціальне рівняння після перетворень набуває вигляд:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{c}{m} x = \frac{1.8}{m} \sin 16t,$$

або

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{cg}{P} x = \frac{1.8g}{P} \sin 16t,$$

$$\left(\frac{cg}{P} = \frac{100 \cdot 9.8}{2.45} = 400; \quad \frac{1.8g}{P} = \frac{1.8 \cdot 9.8}{2.45} = 7.2 \right).$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + 400x = 7.2 \sin 16t. \quad (8)$$



Рівняння (8) є лінійним неоднорідним диференціальним рівнянням другого порядку із спеціальною правою частиною.

Корні характеристичного рівняння $k^2+400=0$ лінійного однорідного диференціального рівняння $x''+400x=0$, що відповідає рівнянню (8), дорівнюють: $k_{1,2}=\pm 20i$, $k_1=20i$, $k_2=-20i$.

Будемо визначати частинний розв'язок неоднорідного диференціального рівняння (8) у вигляді:

$$X=A\cos 16t+B\sin 16t.$$

Застосовуючи метод невизначених коефіцієнтів, підставимо $X=A\cos 16t+B\sin 16t$ в рівняння (8). Для цього знайдемо X' і X'' :

$$X'=-16A\sin 16t+16B\cos 16t,$$

$$X''=-256A\cos 16t-256B\sin 16t.$$

Після підстановки в диференціальне рівняння (8) одержимо:

$$-256A\cos 16t-256B\sin 16t+400A\cos 16t+400B\sin 16t=7.2\sin 16t,$$

або

$$144A\cos 16t+144B\sin 16t=7.2\sin 16t. \quad (9)$$

Прирівняємо коефіцієнти в лівій та правій частинах рівняння (9) при $\cos 16t$ і $\sin 16t$:

$$\begin{array}{l|l} \cos 16t & 144A=0 \\ \sin 16t & 144B=7.2 \end{array}$$

Для знаходження A і B одержуємо систему рівнянь

$$\begin{cases} 144A=0, \\ 144B=7.2. \end{cases}$$

Із першого рівняння системи одержуємо, що $A=0$, із другого – $B=0.05$.

Тому рівняння вимушених коливань має вигляд: $X=0.05\cdot\sin 16t$.

Звичайно, наведені приклади є лише невеликим переліком із всього «арсеналу» задача механіки, для розв'язку яких застосовують теорію диференціальних рівнянь. Але вони дозволяють продемонструвати основні прикладні аспекти, що неодмінно пов'язують зміст математичної освіти та дисциплін професійного спрямування в сучасному закладі вищої освіти [2].

Висновки.

Підбиваючи підсумок, можна зробити висновок про те, що складність математичних моделей механіки полягає в синтезі фізичних, геометричних та інших характеристик механічних процесів. Це призводить до необхідності застосовувати математичну теорію в усій її різноманітності. В одних випадках для знаходження розв'язку моделі достатньо застосовувати існуючі методи а в інших – потрібна розробка нового математичного апарату.

Литература:

1. Аршава, О.О. Методичний підхід до розробки проблемної лекції на тему: «Диференціальне числення». // SWorldJournal. Issue №7, Part 4. – Р. 28-36.
2. Прикладна механіка: навчальний посібник / Ю.А. Отрош, Д.О. Ступак, С.В. Поздєєв. – Черкаси: АПБ, 2013. – 164 с.



Abstract. *The implementation of interdisciplinary integration of higher mathematics and theoretical mechanics is an urgent problem of the modern technical university. It is this approach in teaching academic disciplines that ensures the relationship between them both at the level of theoretical knowledge and at the level of various types of practical activities.*

The article deals with the implementation of interdisciplinary integration of higher mathematics and theoretical mechanics in the system of higher education. An analysis of the applied component of the theory of differential equations is carried out when compiling a model of mechanical processes and methods for solving such models. Examples of mathematical models of some classical problems in mechanics are given. When solving such models, special attention is paid to the theoretical aspects of mathematical education as a factor in the formation of the foundation of interdisciplinary relations.

Key words: *differential equations, mathematical models of mechanical processes, horizontal beam, chain line, forced vibrations.*

Стаття відправлена: 16.01.2022 р.

© Аршава О.О.



УДК 519.217, 519.718

ASYMPTOTICS OF SOLUTIONS OF DIFFUSION STOCHASTIC DIFFERENTIAL-FUNCTIONAL SYSTEMS WITH A SMALL PARAMETER UNDER THE ACTION OF EXTERNAL RANDOM VARIABLES**АСИМПТОТИКА РОЗВ'ЯЗКІВ ДИФУЗІЙНИХ СТОХАСТИЧНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ З МАЛИМ ПАРАМЕТРОМ ПІД ДІЄЮ ЗОВНІШНІХ ВИПАДКОВИХ ВЕЛИЧИН****Yasinsky V.K. / Ясинський В.К.***d.p.-m.s., prof. / д.ф.-м.н., проф.*

ORCID: 0000-0001-5434-6427

Doroshenko I.V. / Дорошенко І.В.*s. p.-m.s., as.prof. / к. ф.-м.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-8729-1768

*Chernivtsi National University, Chernivtsi, Kotsyubynskoho 2, 58012**Чернівецький національний університет, Чернівці, вул.Коцюбинського 2, 58012*

Анотація. В роботі розглянуто усереднення у стохастичних диференціальних рівняннях без післядії під дією зовнішніх фіксованих випадкових величин. Потім ця техніка доведень перенесена на усереднення для стохастичних диференціально-функціональних рівнянь під дією зовнішніх збурень типу випадкових величин (СДФРВВ).

Ключевые слова: стохастичні диференціальні рівняння, зовнішні збурення, квазілінійні стохастичні системи з малим параметром.

Вступ.

У багатьох математичних моделях реальних технічних систем рівняння наближення не є «жорстким», тобто малі збурення параметрів можуть привести як до асимптотичної стійкості, так і до нестійкості стану рівноваги.

Для їх дослідження у детермінованому випадку добре зарекомендував себе метод усереднення Боголюбова-Митропольського-Крилова-Самойленка [1]. Цей метод виявився дієвим і для аналізу випадкових збурень.

Вперше на слабку компактність мір для розв'язків стохастичних диференціальних рівнянь (СДР) з малим параметром звернув увагу І.І. Гіхман [2]. Наступним ваговим внеском у розвиток методу усереднення для рівнянь з випадковими параметрами є монографія Р.З. Хасминського [11]. Тут розроблений апарат аналізу нормованих відхилень від розв'язку рівняння усередненого руху.

На рівняння зі скінченною та нескінченною післядією згадані вище результати розповсюджені у монографії Є.Ф. Царкова, В.К. Ясинського [10].

В даній роботі проведено опис та обґрунтування алгоритму побудови повністю спрощених рівнянь для квазілінійних стохастичних систем з малим параметром $\varepsilon > 0$.

1. Усереднення для СДР без післядії з врахуванням зовнішніх збурень типу випадкових величин

Найбільш ідеалізованою формою СДР з малим параметром під дією зовнішніх збурень типу випадкових величин на базовому ймовірнісному просторі $(\Omega, \mathcal{F}, \{\mathcal{F}_t, t \geq 0\}, P)$ є СДРВВ вигляду



$$dx(t, \omega) = \varepsilon[\varphi(\omega)a(t, x(t, \omega))dt + \psi(\omega)b(t, x(t, \omega))dw(t, \omega)] \quad (1.1)$$

з початковою умовою

$$x(t_0, \omega) = x_0(\omega), \quad (1.2)$$

де $t \in R_+, x(t, \omega): [0, \infty) \times \Omega \rightarrow R^1$, $\varepsilon \in (0, \varepsilon_0)$, $w(t, \omega): [0, \infty) \times \Omega \rightarrow R^1$ - скалярний стандартний вінерівський процес; $\varphi(\omega), \psi(\omega): \Omega \rightarrow R^1$ - зовнішні незалежні випадкові величини від $w(t, \omega)$ зі скінченими другими моментами

$$E\{\varphi^2(\omega)\} \leq K_1 < \infty; E\{\psi^2(\omega)\} \leq K_2 < \infty. \quad (1.3)$$

У подальшому виклад в цьому пункті слідує монографіям [2], [10].

Припустимо, що

I) функції $a(t, x), b(t, x)$ вимірні за сукупністю змінних [2], [10];

II) функції $a(t, x), b(t, x)$ задовольняють модифіковану глобальну умову

Ліпшиця вигляду

$$K^*[|a(t, x) - a(t, y)|^2 + |b(t, x) - b(t, y)|^2] \leq L|x - y|^2, \quad (1.4)$$

де $K^* = \max\{K_1, K_2\}$;

III) функції $a(t, x), b(t, x)$ задовольняють умову рівномірної обмеженості в нулі

$$K^*[|a(t, 0)|^2 + |b(t, 0)|^2] \leq d^2 < \infty;$$

IV) незалежні $\varphi(\omega)$ та $\psi(\omega)$ від $w(t, \omega)$ задовольняють умову (1.3).

Сильний розв'язок СДРВВ (1.1), (1.2) позначимо $x(t, s, x)$, де $x(s) = x$ - початковий розв'язок $x(t, \omega)$ (1.1), (1.2).

V) В якості початкових даних $x(s, \omega)$ слідує брати випадкові величини, які володіють другим моментом

$$E\{x^2(0, \omega)\} \leq K_3 < \infty, \quad (1.6)$$

вимірні відносно σ -алгебри $\mathcal{F}$ та незалежні від $w(t, \omega)$.

VI) Працюємо з $\mathcal{F}_t$ - мінімальною σ -алгеброю, відносно якої вимірні прирости $(t, \omega) - w(s, \omega), t > s \geq 0$, на відрізку $[0, T]$ та яка містить $\mathcal{F}_0$, $\mathcal{F}_t \supseteq \mathcal{F}_0$.

Зауваження 1.1. Процес $x(t, s, x; \omega)$ узгоджений з потоком $\{\mathcal{F}_t, t \geq 0\}$ для всіх $\mathcal{F}_0$ -вимірних x, φ, ψ та $t > s \geq 0$ [10].

Припустимо, що рівномірно по $S \geq 0$ та x з довільної кулі фіксованого радіуса існує з ймовірністю одиниця границя



$$P \left\{ \omega: \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_S^{S+T} \varphi(\omega) a(t, x) dx = \bar{a}(x, \omega) \right\} = 1. \quad (1.7)$$

Означення 1.1. Випадкове диференціальне рівняння

$$d\bar{x}(t, \omega) = \varphi(\omega) \bar{a}(\bar{x}, \omega) dt \quad (1.8)$$

назвемо рівнянням випадкового усередненого руху (1.1), (1.2).

Наступний результат з врахуванням зовнішніх випадкових збурень можна знайти у другій частині монографії [2].

Теорема 1.1. Нехай на ймовірнісному базисі $(\Omega, \mathcal{F}, \mathcal{F}_t, t \geq 0, P)$ задано СДРВВ (1.1), (1.2), яке задовольняє умовам I)-VI), та крім цього:

VII) функція $a(t, x)$ двічі неперервно диференційована по x , причому друга похідна задовольняє умову Ліпшиця рівномірно по x , а саме

$$\left| \frac{\partial^2 a(t, x)}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 a(t, y)}{\partial y^2} \right| \leq L|x - y|; \quad (1.9)$$

VIII) для будь-якого розв'язку (1.8) $\bar{x}(t, \omega)$ для всіх $t \in [0, T]$ виконується співвідношення з ймовірністю 1:

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \int_0^t \varphi(\omega) \left[a\left(\frac{\tau}{\varepsilon}, \bar{x}(\tau, \omega)\right) - \bar{a}(\bar{x}(\tau, \omega)) \right] d\tau = 0, \quad (1.10)$$

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_0^t \varphi(\omega) \Delta a\left(\frac{\tau}{\varepsilon}, \bar{x}(\tau, \omega)\right) d\tau = \int_0^t g(\tau, \omega) d\tau; \quad (1.11)$$

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_0^t \psi(\omega) \left[b\left(\frac{\tau}{\varepsilon}, \bar{x}(\tau, \omega)\right) b^T\left(\frac{\tau}{\varepsilon}, \bar{x}(\tau, \omega)\right) \right] d\tau = \int_0^t f(\tau, \omega) f^T(\tau, \omega) d\tau; \quad (1.12)$$

де $f(\tau, \omega)$ - неперервні по τ матричні функції з ймовірністю 1.

Тоді при $\varepsilon \rightarrow 0$ нормована різниця

$$\eta_\varepsilon(t, \omega) = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \left[\varphi(\omega) x\left(\frac{t}{\varepsilon}, 0, \bar{x}(0)\right) - \bar{x}(t, \omega) \right] \quad (1.13)$$

слабо збігається з ймовірністю 1 до розв'язку η лінійного неоднорідного стохастичного рівняння

$$d\eta(t, \omega) = \varphi(\omega) g(t, \omega) \eta(t, \omega) dt + \psi(\omega) f(t, \omega) dw(t, \omega), \quad (1.14)$$

де $w(t, \omega)$ - стандартний n -вимірний випадковий процес [5].

Теорема 1.2. Нехай виконанні умови I-VII теореми 1.1., а замість умови VIII виконується глобальна модифікована умова Ліпшиця II-III, існує (1.8) з умови VI та, при достатньо малих $\varepsilon > 0$ та $\forall t \geq 0$ має місце нерівність

$$K_1^2 \left| \int_0^t a\left(\frac{s}{\varepsilon}, \bar{x}\right) ds - \int_0^t \bar{a}(\bar{x}(s)) ds \right|^2 \leq c_1(\varepsilon, t) (|\bar{x}(0)|^2 + \alpha^2), \quad (1.15)$$

причому для кожного $t \geq 0$ $\lim_{\varepsilon \rightarrow \infty} c_1(\varepsilon, t) = 0$.

Тоді існує така функція $g_1(\varepsilon, T)$, що при деякому $\varepsilon_0 > 0$ та довільних



$\varepsilon \in (0, \varepsilon_0)$, $T > 0$ виконується нерівність

$$E \left\{ \sup_{0 \leq t \leq \frac{T}{\varepsilon}} |x(t, 0, \bar{x}(0)) - \bar{x}(\varepsilon t)|^2 \right\} \leq g_1(\varepsilon, T)(|\bar{x}(0)|^2 + \alpha^2), \quad (1.16)$$

причому при кожному $T > 0$

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} g_1(\varepsilon, T) = 0. \quad (1.17)$$

Доведення. Напочатку, використовуючи мартингальну властивість стохастичного інтеграла [5], запишемо нерівність

$$\begin{aligned} E \left\{ \sup_{0 \leq \tau \leq t} |x(t, 0, \bar{x}(0)) - \bar{x}(\varepsilon t)|^2 \right\} \\ \leq 2\varepsilon^2 \left\{ \sup_{0 \leq \tau \leq t} \left| \int_0^\tau K_1 [a(s, \bar{x}(\varepsilon s)) - \bar{a}(\bar{x}(\varepsilon s))] ds \right|^2 \right\} + \\ + 4\varepsilon^2 K_2 \int_0^t E \{ |b(s, x(s))|^2 \} ds + 2\varepsilon^2 K_1 L t \int_0^t E \left\{ \sup_{0 \leq s \leq \tau} |x(s, 0, \bar{x}(0)) - \bar{x}(\varepsilon s)|^2 \right\} ds. \end{aligned} \quad (1.18)$$

Для розв'язку (1.1), (1.2) нескладно отримати оцінку [10]

$$\sup_{0 \leq s \leq \tau} E \{ |x(s, 0, \bar{x}(0))|^2 \} \leq g_2(\varepsilon, t)(|\bar{x}(0)|^2 + \alpha^2), \quad (1.19)$$

причому для всіх $T > 0$ при деякому $c > 0$ виконується граничне співвідношення

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} g_2\left(\varepsilon, \frac{\tau}{\varepsilon}\right) = C(T). \quad (1.20)$$

Тому при деякому $Q > 0$ та $\forall T > 0$ та достатньо малому $\varepsilon > 0$ виконується нерівність

$$\frac{1}{\varepsilon} K_2 [E \{ |b(s, x(s))|^2 \} ds] \leq QT(|\bar{x}(0)|^2 + \alpha^2). \quad (1.21)$$

Залишилось з врахуванням отриманих (1.19)-(1.21) застосувати до (1.18) лему Гронуолла та результат (1.15) впливає з рівномірно обмежена нерівності (1.18), якщо покласти в (1.16) $t = T/\varepsilon$. Теорема доведена.

Теорема 1.3. (Як наслідок теореми 1.2). Нехай

А) в умовах теореми 1.2 $a(t, x) = A(t)x$, матриця $A(t)$ рівномірно обмежена

$$\sup_{0 \leq t \leq T} A(t) < c_1; \quad (1.22)$$

В) задовольняє умові Ліпшиця по t



$$K_2 \|A(t_1) - A(t_2)\| \leq L_1 |t_1 - t_2|; \quad (1.23)$$

С) має місце граничне співвідношення

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \sup_{S \geq 0} \left\| \frac{1}{T} \int_S^{S+T} K_1(A(t)dt - \bar{A}) \right\| = 0; \quad (1.24)$$

Д) для $\psi(\omega)b(t, x)$ виконуються умови теореми 1.3 з ймовірністю 1 з $\alpha = 0$.

Тоді для кожного $T > 0$ та всіх достатньо малих $\varepsilon > 0$ виконується нерівність

$$E\left\{ \sup_{0 \leq t \leq \frac{T}{\varepsilon}} |x(t, 0, \bar{x}(0)) - \bar{x}(\varepsilon t)|^2 \right\} \leq g_1(\varepsilon, T, |\bar{x}(0)|^2, K_1, K_2), \quad (1.25)$$

причому

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} g_1(\varepsilon, T, K_1, K_2) = 0. \quad (1.26)$$

Доведення. Нерівність (1.16) випливає із співвідношення

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \sup_{0 \leq t \leq T} \left| K_1 \int_0^t \left[A\left(\frac{s}{\varepsilon}\right) - \bar{A} \right] e^{\bar{A}s} ds \right| = 0. \quad (1.27)$$

При кожному фіксованому $T > 0$ для довільного $\delta > 0$ можна вибрати таке число $\Delta \geq 0$, що матрична функція $\exp(\bar{A}s)$ буде відрізнятися від кусково-сталогої функції $f(t) = \exp(\bar{A}k\Delta)$ при $t \in [k\Delta, (k+1)\Delta), k = 0, 1, 2, \dots$ [10]

Тоді очевидна нерівність

$$\int_0^t \left\| A\left(\frac{s}{\varepsilon}\right) - \bar{A} \right\| \cdot \|e^{\bar{A}s} - f(s)\| ds \leq c\delta t,$$

а в силу довільності $\delta > 0$ достатньо показати, що

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \sup_{0 \leq t \leq T} \left\| \int_0^t \left[A\left(\frac{s}{\varepsilon}\right) - \bar{A} \right] f(s) ds \right\| \leq c_1 \cdot \Delta \quad (1.28)$$

при деякому $c_1 > 0$.

Твердження теореми 1.3 буде доведено, якщо при фіксованих $T > 0$ та $\Delta > 0$ має місце співвідношення

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \sum_{k=0}^{\left[\frac{T}{\Delta}\right]} \left\| \int_0^t K_1 \left(A\left(\frac{s}{\varepsilon}\right) - \bar{A} \right) ds \right\| \cdot \|f_k\| = 0,$$

де $[\cdot]$ - ціла частина числа.

Далі слід довести співвідношення



$$\left\| \int_{k\Delta}^{(k+1)\Delta} K_1 \left(A \left(\frac{s}{\varepsilon} \right) - \bar{A} \right) ds \right\| = \left\| \varepsilon \int_{\frac{k\Delta}{\varepsilon}}^{\left(\frac{k+1}{\varepsilon}\right)\Delta} K_1 [A(\tau) - \bar{A}] d\tau \right\| \leq$$

$$\leq K_1 \Delta \sup_{s \geq 0} \left\| \frac{\varepsilon}{\Delta} \int_s^{s+1/\varepsilon} [A(\tau) - \bar{A}] d\tau \right\| \rightarrow 0 \quad (1.29)$$

при $\varepsilon \rightarrow 0$ та кожному $\Delta > 0$ за умовою (1.27).

Тому очевидно, що при $\varepsilon \rightarrow 0$

$$\sum_{k=0}^{\left[\frac{T}{\Delta}\right]} \left\| \int_{k\Delta}^{(k+1)\Delta} K_1 \left(A \left(\frac{s}{\varepsilon} \right) - \bar{A} \right) ds \right\| \leq T K_1 \sup_{s \geq 0} \left\| \frac{\varepsilon}{\Delta} \int_s^{s+1/\varepsilon} [A(\tau) - \bar{A}] ds \right\| \rightarrow 0.$$

Звідки відразу випливає (1.26) з врахуванням (1.27)-(1.30). Теорема доведена.

2. Усереднення у СДФР з врахуванням зовнішніх збурень типу випадкових величин

Нехай на ймовірнісному базисі $(\Omega, \mathcal{F}, \{\mathcal{F}_t, t \geq 0\}, P)$ задано СДФР при випадкових зовнішніх збуреннях

$$dx(t, \omega) = \varepsilon [\varphi(\omega) a(t, x_t) dt + \psi(\omega) b(t, x_t) dw(t, \omega)] \quad (2.1)$$

за початковою умовою

$$x(t + \theta) = \beta(\theta) \big|_{t=0} \text{ при } \theta \in [-r; 0]. \quad (2.2)$$

Тут $x_t \equiv \{x(t + \theta)\}$ при $\theta \in [-r; 0]$; $a(\cdot, \cdot), b(\cdot, \cdot)$ - вимірні відображення $R_+ \times D \rightarrow R^n$, що задовільняють глобальну модифіковану умову Ліпшиця (1.4)

з II) та умову рівномірної обмежаності (1.5) з III).

Будемо використовувати рівномірну метрику

$$\|\alpha\| = \sup_{-r \leq \theta \leq 0} |\alpha(\theta)|. \quad (2.3)$$

Інші позначення співпадають з позначеннями пункту 1.

Для $\alpha \in D([-r; 0])$ позначимо на функцію $\hat{\alpha} \equiv \alpha(0)$.

$$\hat{x}_t = x(t) \text{ для всіх } \theta \in [-r; 0].$$

Поряд з СДФРВВ (2.1) розглянемо рівняння

$$dy(t, \omega) = \varepsilon [\varphi(\omega) \hat{a}(t, y(t, \omega)) dt + \psi(\omega) \hat{b}(t, y(t, \omega)) dw(t, \omega)] \quad (2.4)$$

за початковими умовами (2.2).

Тут $\hat{a}(t, y(t)) \equiv a(t, \hat{y}_t)$; $\hat{b}(t, y(t)) \equiv b(t, \hat{y}_t)$; $\varphi(\omega), \psi(\omega)$ - попарно незалежні випадкові величини від вінеревського процесу $w(t, \omega)$ на $t \in [0, \infty)$.

Нехай виконуються умови I-VII пункта 1 та існує

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_s^{s+T} K_1 \hat{a}(t, x) dt = \check{a}(x). \quad (2.5)$$



Поряд з СДФРВВ (2.4) розглянемо рівняння усередненого руху

$$\frac{d\bar{x}(t, \omega)}{dt} = \varphi(\omega) \check{a}(\bar{x}(t, \omega)) \quad (2.6)$$

або

$$d\bar{x}(t) = K_1 \check{a}(\bar{x}(t)), \quad (2.7)$$

де $K_1 \equiv \sup_{\omega \in \Omega} |\varphi(\omega)|$.

Перш ніж оцінити нормовану різницю

$$\eta_\varepsilon(t) = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \left[x\left(\frac{t}{\varepsilon}, 0, \alpha\right) - x(t, 0, \alpha(0)) \right]. \quad (2.8)$$

доведемо допоміжне твердження.

Теорема 2.1. Якщо виконуються умови (1.4), (1.5) припущень II, III пункту 1, то для всіх $\varepsilon \in (0, \varepsilon_0)$, $\alpha \in D[-r; 0]$, $K_1, K_2 > 0$ та $T > 0$ для різниці розв'язків (1.1), (2.4) має місце нерівність

$$E\{\sup_{0 \leq s \leq T} K^* |x(t, 0, \alpha) - y(t, 0, \alpha(0))|^2\} \leq g(\varepsilon, T, K^*) \varepsilon^2 (\|\alpha\| + \beta^2), \quad (2.9)$$

де $g(\varepsilon, T, K^*)$ задовольняє умову

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow \infty} g(\varepsilon, T/\varepsilon, K^*) = c(T) < \infty. \quad (2.10)$$

Доведення. Для скорочення запису введемо позначення [10]

$$x(t) = \begin{cases} \alpha(t), & \text{якщо } t \in [-r; 0]; \\ x(t, 0, \alpha), & \text{якщо } t > 0; \end{cases}$$

$$y(t) = \begin{cases} \alpha(t), & \text{якщо } t \in [-r; 0]; \\ y(t, 0, \alpha(0)), & \text{якщо } t > 0. \end{cases} \quad (2.11)$$

СДР (2.4) слідує розуміти, як стохастичне функціональне рівняння Гіхмана-Іто, а саме: для $\forall t > 0$ ($\forall t \in [0, T]$)

$$y(t, \omega) = y(0) + \int_0^t \varphi(\omega) \hat{a}(s, y(s, \omega)) ds + \psi(\omega) \int_0^t \hat{b}(s, y(s, \omega)) dw(s, \omega) \quad (2.12)$$

при початковій умові (2.2).

Використовуючи відому нерівність $(a + b + c)^2 \leq 3(a^2 + b^2 + c^2)$ [10], мартингальну властивість стохастичного інтегралу [5], умову Ліпшиця (1.4) та умову рівномірної обмеженості (1.5) можна отримати нерівність

$$E\{\sup_{0 \leq t \leq \tau} |y(t, \omega)|^2\} \leq 3[|\beta(0)|^2 + 2\varepsilon^2 \tau(\tau + 4) K_1 \beta^2 +$$

$$+ 2\varepsilon^2 (L/K^*)(\tau + 4) \int_0^\tau E\{\sup_{0 \leq t \leq s} |y(t, \omega)|^2\} ds. \quad (2.13)$$

Застосовуючи лему Гронуолла, отримаємо з (2.13) наступну нерівність

$$E\{\sup_{0 \leq t \leq T} |y(t, \omega)|^2\} \leq g_1\left(\varepsilon, \frac{T}{\varepsilon}, K^*\right) (|\beta(0)|^2 + \alpha^2), \quad (2.14)$$



де $\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} g_1(\varepsilon, T/\varepsilon, K^*) = c_1(T, K^*) < \infty$ для всіх $T \geq 0$.

Аналогічно (2.14) обчислимо $\sup_{\substack{-r \leq \tau \leq 0 \\ r < t \leq T}} |y(t + \tau, \omega)|^2$ та, взявши математичне

сподівання $E\{\cdot\}$, отримаємо

$$E\left\{\sup_{\substack{-r \leq \tau \leq 0 \\ r < t \leq T}} |y(t + \tau, \omega)|^2\right\} \leq g_2\left(\varepsilon, \frac{T}{\varepsilon}, K^*\right)(|\beta(\omega)|^2 + \alpha^2), \quad (2.15)$$

де $\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} g_2(\varepsilon, T/\varepsilon, K^*) = c_2(T, K^*) < \infty$.

Об'єднавши дві нерівності (2.14), (2.15), згідно (2.13) отримаємо

$$\begin{aligned} & E\left\{\sup_{\substack{-r \leq \tau \leq 0 \\ r < t \leq T}} |y(t + \tau, \omega) - y(t, \omega)|^2\right\} \leq \\ & \leq 3\varepsilon^2(r + 4)r\alpha^2 + 6\varepsilon^2\left(\frac{L}{K^*}\right)(r + 4)rg_1(\varepsilon, T, K^*)(|\beta(0)|^2 + \alpha^2) = \\ & \varepsilon^2 g_2(\varepsilon, T, K^*)(|\beta(0)|^2 + \alpha^2). \end{aligned} \quad (2.16)$$

Далі можна приступити до доведення нерівності (2.9)

Неважко, використовуючи вище наведену техніку, отримати для розв'язку $x(t, \omega)$ рівняння (2.1) нерівність типу (2.14).

А отже для всіх будемо мати нерівність

$$\begin{aligned} E\left\{\sup_{0 \leq t \leq \tau} |y(t, \omega) - x(t, \omega)|^2\right\} & \leq 3\tau\varepsilon^2 K_1^2 \int_0^\tau E\{|a(s, y_s) - a(s, \hat{y}_s)|^2\} ds + \\ & + 12\varepsilon^2 K_2^2 \int_0^\tau E\{|b(s, y_s) - b(s, \hat{y}_s)|^2\} ds \leq \\ & \leq 3\varepsilon^2(T + 4)L/K^* E\left\{\sup_{\substack{-r \leq \tau \leq 0 \\ r \leq t \leq T}} |y(t + \tau, \omega) - y(t, \omega)|^2\right\} + 2rK_1 E\left\{\sup_{-r \leq s \leq r} |y(s)|^2\right\} + \\ & + 3\varepsilon^2\left(\frac{T}{K^*} + 4\right)K_2 \int_0^t E\left\{\sup_{0 \leq t \leq s} |y(t, \omega) - x(t, \omega)|^2\right\} ds. \end{aligned}$$

Далі, застосовуючи для вище отриманої нерівності, лему Гронуолла отримаємо нерівність (2.9). теорема 2.1 доведена.

Теорема 2.1 та результати пункту 1 дадуть наступне твердження.

Теорема 2.2. Нехай виконані умови теореми 2.1 та крім того:

А) відображення $a(t, \beta)$ двічі неперервно диференційоване за Фреше за другим аргументом, причому друга похідна задовольняє умову Ліпшиця рівномірно по t



$$\left| \frac{\partial^2 a(t, \beta_1)}{\partial \beta_1^*} - \frac{\partial^2 a(t, \beta_2)}{\partial \beta_2^*} \right| \leq L_1 \|\beta_2 - \beta_1\|, \quad (2.17)$$

В) для довільного розв'язку (2.6) при всіх $t \in [0, T]$ виконується співвідношення:

$$\begin{aligned} \lim_{\varepsilon \rightarrow \infty} \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \int_0^t K_1 \left[a \left(\frac{\tau}{\varepsilon}, \widehat{x}_\tau \right) - \check{a}(\bar{x}(\tau)) \right] d\tau &= 0; \\ \lim_{\varepsilon \rightarrow \infty} K_1 \int_0^t \nabla \widehat{a} \left(\frac{\tau}{\varepsilon}, \widehat{x}(\tau) \right) d\tau &= \int_0^t g(\tau) d\tau; \\ \lim_{\varepsilon \rightarrow \infty} \int_0^T K_2^2 \left[b \left(\frac{\tau}{\varepsilon}, \widehat{x}_\tau \right) b^T \left(\frac{\tau}{\varepsilon}, \widehat{x}_\tau \right) \right] d\tau &= \int_0^T f(\tau) f^T(\tau) d\tau, \end{aligned}$$

де $g(t)$ та $f(t)$ - неперевні матричні функції, індекс "Т" означає транспонування, $\widehat{a}(t, x) \equiv a(t, \beta) \big|_{\beta(0)=x}$.

Тоді при $\varepsilon \rightarrow 0$ нормована різниця слабо збігається до розв'язку неоднорідного стохастичного рівняння

$$d\eta(t, \omega) = \varphi(\omega) g(t) \eta(t, \omega) + \psi(\omega) f(t) dw(t, \omega).$$

Висновки.

В пункті 1 обґрунтовано усереднення для СДР без післядії під дією зовнішніх випадкових величин. В пункті 2 сформульовані достатні умови усереднення для СДФР зі скінченною післядією під дією зовнішніх збурень типу випадкових величин. Результати носять теоретичний характер.

Література:

1. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. – Москва: Физматгиз, 1962. – 412.
2. Гихман И.И., Скороход А.В. Стохастические дифференциальные уравнения. - Киев: Наук.думка, 1968. - 354с.
3. Гихман И.И., Скороход А.В. Стохастические дифференциальные уравнения и их применения. - Киев: Наукова думка, 1982. - 612 с.
4. Голец О.Б. Асимптотика решений квазилинейных дифференциально-функциональных уравнений со случайными параметрами // Канд. дис. Рига, 1990. – 103 с.
5. Корольок В.С., Царков Є.Ф., Ясинський В.К. Ймовірність, статистика та випадкові процеси. Теорія та комп'ютерна практика. В 3-х томах. Т.3: Випадкові процеси. Теорія та комп'ютерна практика – Чернівці: Золоті литаври, 2009. – 782 с.
6. Скороход А.В. Асимптотические методы теории стохастических дифференциальных уравнений. - Киев: Наук.думка, 1987. - 328 с.
7. Скороход А.В. Исследования по теории случайных процессов. - К.: Изд-во Киевского ун-та, 1961. - 216 с.
8. Скороход А.В. Лекции по теории случайных процессов / А.В. Скороход. – Киев: Из-во Либідь, 1990. – 168 с.



9. Царьков Е.Ф. Случайные возмущения дифференциально - функциональных уравнений. - Рига: Зинатне, 1989. - 421 с.

10. Царьков Е.Ф., Ясинский В.К. Квазилинейные стохастические дифференциально - функциональные уравнения. - Рига: Ориентир, 1992. - 328 с.

11. Хасьминский Р.З. Устойчивость систем дифференциальных уравнений при случайных возмущениях их параметров. - М.: Наука, 1969. - 367 с.

Abstract. *The paper considers averaging in stochastic differential equations without aftereffects under the action of external fixed random variables. Then this technique of proofs is transferred to averaging for stochastic differential-functional equations under the action of external perturbations of the type of random variables (SDFRRV).*

Key words: *stochastic differential equations, external perturbations, quasilinear stochastic systems with small parameter.*

Стаття відправлена: 18.01.2022 г.

© Дорошенко І.В.



УДК 004.9

**COMPARISON OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR
PREDICTING MORTALITY FROM COVID-19 VIRUS****ПОРІВНЯННЯ АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ
ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ СМЕРТНОСТІ ВІД ВІРУСУ COVID-19****Doroshenko I.V. / Дорошенко І.В.***s. p.-m.s., as.prof. / к. ф.-м.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-8729-1768

Knihnitska T.V. / Книгніцька Т.В.*postgraduate / аспірантка*

ORCID: 0000-0003-4614-5945

Deretorska T.I. / Дереторська Т.І.*magistr / магістр**Chernivtsi National University, Chernivtsi, Kotsyubynskoho 2, 58012**Чернівецький національний університет, Чернівці, вул.Коцюбинського 2, 58012*

Анотація. У статті проведено порівняння ефективності методів машинного навчання на прикладі даних поширення Covid-19. Розглянуто наступні алгоритми машинного навчання: логістична регресія (Logistic Regression), метод опорних векторів (Support Vector Machine), випадковий ліс (Random Forest), метод К-середніх (K-Means). Для порівняння моделей використано акуратності побудованих моделей. Всі статистичні дослідження у роботі проведено мовою R Programming.

Ключові слова: методи машинного навчання, випадковий ліс, метод опорних векторів, логістична регресія, метод К-середніх.

Вступ.

Криза в сфері охорони здоров'я набула величезного масштабу внаслідок світової пандемії Covid-19. Ситуація в світі змушує людство поміркувати над тим, що можна зробити, щоб зробити людей більш підготовленими та захищеними від аналогічних ситуацій в майбутньому. Протягом 2 останніх років пандемії однією з основних проблем, з якою стикаються медичні працівники, є дефіцит медичних ресурсів та їх ефективний розподіл. Відповіді на багато питань можна одержати шляхом залучення методів машинного навчання до прогнозування поведінки кривої інфікування вірусом Covid-19. Таким чином стало можливим допомогти лікарям та керівництву держав у організації правильної стратегії боротьби проти поширення пандемії Covid-19, тобто стало можливим врятувати більше людських життів. Основною метою даного дослідження є порівняння методів машинного навчання з та без учителя на прикладі конкретних даних. Дані про поширення Covid-19 вибрано виключно із цікавості до даного напрямку досліджень у наш час.

1. Опис вхідних даних

Дані, використані для побудови методів машинного навчання у даній роботі, отримано з платформи Kaggle (<https://www.kaggle.com/>). Kaggle – система організації конкурсів з дослідження даних, а також соціальна мережа фахівців з обробки даних та машинного навчання, яка належить корпорації Google з березня 2017 року. Дані <https://www.kaggle.com/tanmoyx/covid19-patient-precondition-dataset?select=covid.csv> являють собою інформацію про



пацієнта, історію різних захворювань та звички пацієнта. База даних містить інформацію про 563201 пацієнта та 23 атрибути (стовпці) для кожного з них. У даному дослідженні використано 20000 записів та 10 наступних атрибутів:

Таблиця 1 - Дані

Sex	Стать пацієнта	0 – чоловік, 1 – жінка
Died	Помер/не помер пацієнт	0 – NO, 1 – YES
Pneumonia	Пневмонія	0 – NO, 1 – YES
Age	Вік	
Diabetes	Діабет	0 – NO, 1 – YES
Asthma	Астма	0 – NO, 1 – YES
hypertension	Гіпертонія	0 – NO, 1 – YES
other disease	Інші захворювання	0 – NO, 1 – YES
cardiovascular	Серцево-судинні захворювання	0 – NO, 1 – YES
Tobacco	Куріння	0 – NO, 1 – YES

2. Попередня обробка даних

Для проведення статистичного аналізу та побудови ML моделей для початку необхідно провести попередню обробку даних. Тобто майже всі змінні є бінарними. Необхідно їх відповідно перекодувати, де 0 – означає відсутність захворювання або звички, а 1 – позначає наявність захворювання або шкідливої звички. Крім того дані містять багато пропущених значень, які позначено «97, 98, 99, 9999-99-99». Усі ці значення потрібно видалити, так як вони можуть значно спотворити результати аналізу.

3. Критерії порівняння алгоритмів ML

У даній роботі для порівняння побудованих моделей машинного навчання використано *Accuracy* або точність моделі машинного навчання – це вимірювання, яке використовується для визначення, яка модель найкраще визначає зв'язки та закономірності між змінними в наборі даних на основі вхідних або навчальних даних (тренувальних). Чим краще модель може узагальнити «невидимі» дані, тим кращі прогнози та ідеї вона може дати, що, у свою чергу, принесе більшу цінність.

4. Опис результатів

Для початку всі змінні, окрім Age, приведемо до факторного типу. Після видалення пропущених значень та вибору 20000 пацієнтів для аналізу маємо основний показник – 12,5% пацієнтів, які потрапили до лікарні, не вижили після захворювання Covid-19.

4.1. Результати моделі логістичної регресії (LR)

Поділимо дані на навчальну (60%) та тестову (40%) вибірки та побудуємо логістичну регресійну модель спочатку для тренувальної вибірки. Отже, згідно з результатами моделі логістичної регресії можна зробити наступні висновки:

- Найбільший позитивний вплив на смерть пацієнта мають наявність діабету, пневмонії та вік пацієнта. Чим більшим є вік пацієнта – тим більшою є ймовірність смерті пацієнта від Covid-19.
- Пацієнти жінки мають меншу ймовірність смертності від Covid-19. Стать пацієнта, наявність діабету, пневмонії та вік пацієнта є найбільш значущими показниками, які впливають на змінну died.



- Наявність гіпертонії та інших захворювань є менш значущими змінними за попередні. Тобто ці показники мають менший вплив на ймовірність смертності пацієнта.
- Цікавим висновком є ще і той факт, що астма у пацієнта та його куріння не мають впливу на змінну died. Тобто курці можуть бути спокійними, ця шкідлива звичка не наражає їх на більшу небезпеку.
- Застосувавши побудовану модель логістичної регресії до тестової вибірки, бачимо, що AIC показник зменшився майже на 2000, що є показником адекватності моделі.

За допомогою функції predict спрогнозуємо ймовірність летальності для пацієнта жінки 80 років з усіма наявними захворюваннями:

```
predict(logmodel, data.frame(sex = "1", diabetes = "1", tobacco = "1",  
pneumonia = "1", age = c(80), asthma = "1", other_disease = "1", hypertension =  
"1", cardiovascular = "1"), type = "response")  
1  
0.6538167
```

Отже, ймовірність смерті такої пацієнтки – 65%. А ймовірність летальності для 80 річної пацієнтки без жодного захворювання – 9%. Для 30 річної пацієнтки без жодного захворювання – ймовірність летальності становить 0,9%.

Таким чином, отримавши дану логістичну модель можна прогнозувати перебіг захворювання для пацієнтів різних вікових груп з різними захворюваннями. Таким чином можна встановити, до яких наслідків може призвести вірус Covid-19, якщо не приймати заходів вакцинації та ізоляції населення. Такий дослідницький підхід якраз і дозволяє заглянути наперед, знаючи відсоток населення з різними супутніми захворюваннями, та встановити невідворотні наслідки завчасно.

Точність або акуратність побудованої моделі становить 89,68%. Тобто дисперсія залежної змінної died на 89,68% пояснюється незалежними змінними. Такий результат акуратності моделі на практиці є досить високим.

4.2. Результати методу опорних векторів (SVM)

Аналогічно до моделі логістичної регресії, алгоритм машинного навчання SVM є класифікатором [1]. Тобто наше завдання полягає в тому, щоб побудована модель класифікації максимально точно класифікувала вхідні дані. Завдяки моделі логістичної регресії ми уже зробили висновки про те, що найнебезпечнішими показниками для пацієнта з вірусом Covid-19 є наявність пневмонії, діабету та поважний вік пацієнта. Отже, не потрібно довго лікуватися вдома від Covid-19, так як доведення захворювання до розвитку пневмонії збільшує ймовірність летальності у 9,7 разів. Наявність діабету у пацієнта збільшує ймовірність летальності у 1,6 разів, а наявність астми – у 0,75 разів.

Переходимо до навчання моделі SVM. Скористаємося методом trainControl(). Цей метод дозволить контролювати всі обчислення. Класифікатор поділив тестову вибірку на 2 групи – 0 та 1 за змінною died. Тобто 0 – пацієнт з певними захворюваннями не помре, 1 – пацієнт помре. Точність побудованої моделі SVM становить 88.9%.



4.3. Результати випадкового лісу (Random Forest)

Алгоритм RF – це алгоритм ML з учителем для класифікації та регресії. Як видно з назви, цей алгоритм випадковим чином створює ліс із кількома деревами (Decision Trees, DT). Аналогічно, у класифікаторі RF, чим більше дерев у лісі, тим більша точність результатів [2]. Простими словами, RF будує кілька DT (так званий ліс) і склеює їх разом, щоб отримати більш точний прогноз. Ліс, який він будує, являє собою набір дерев рішень.

Крос-валідація або перехресна перевірка використовується для оцінки ефективності моделі за допомогою навчальних даних. Починаємо з випадкового поділу даних навчання на 5 частин однакового розміру, які називаються «folds». Далі модель навчається на 4/5 даних і перевіряється її точність на 1/5 даних, які було пропущено. Потім цей процес повторюється з кожним розділенням даних. Зрештою, відсоток точності для п'яти різних розділів даних усереднюється, щоб отримати середню точність. Бібліотека Caret якраз і виконує описаний алгоритм. Caret автоматично вибирає значення гіперпараметра «mtry», яке є найбільш точним при перехресній перевірці. На виході з mtry = 2 середня точність становить 0,8921117, або приблизно 89.2%. Це найвище значення, тому Caret вибирає це значення.

4.4. Результати методу *k*-середніх (*k*-means)

Алгоритм кластеризації *k*-means наступний:

1. Завантажити дані та опрацювати їх (привести до відповідного типу, видалити пропущені значення).
2. Обираємо 20000 даних для дослідження та стовпці 2 і 4 (died, age) для проведення кластеризації даних смертності по віку від Covid-19.
3. Визначаємо кількість кластерів за допомогою методу ліктя.

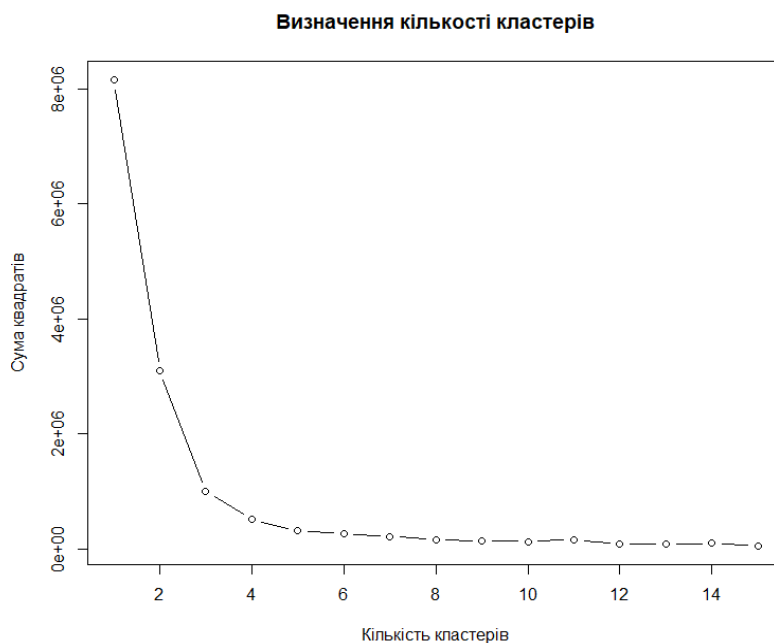


Рисунок 1 - Визначення кількості кластерів

Для визначення кількості кластерів використано метод ліктя. Необхідна кількість кластерів дорівнює 3, так як при цьому значенні відбувається значний перегин кривої.



4. Ділимо вхідні дані на 3 кластери:

Результат кластеризації K-Means на 3 кластери

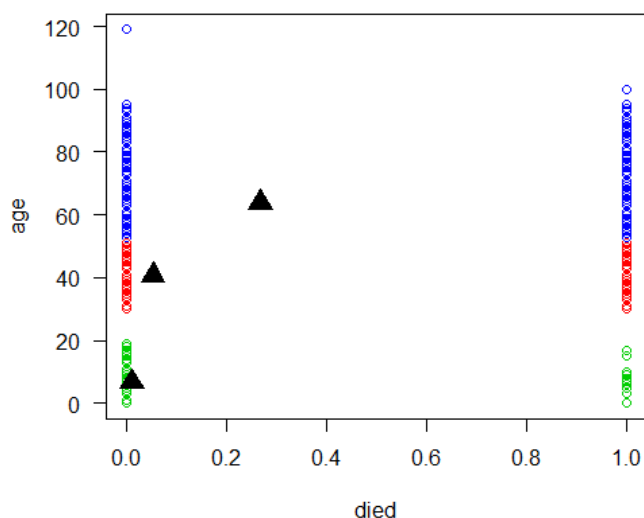


Рисунок 2 - Результат кластеризації

Центри кластерів є наступними:

	died	age
1	0.05322156	40.696462
2	0.01042287	6.808219
3	0.26476578	63.948614

Метод k -середніх кластеризує дані з точністю 87,6%. Цей відсоток є мірою загальної дисперсії в наборі даних. Наступна таблиця показує отримані акуратності кожної з побудованих моделей. Таким чином, можна зробити висновок, що найкраще для розглянутих у роботі даних працює модель випадкового лісу, точність якого становить 89,2%.

Таблиця 2 – Результати алгоритмів

Model	Model Accuracy
Logistic Regression	0.8912824
Support Vector Machine	0.8885
Random Forest	0,8921117
<i>K</i> -Means	0.876

Висновки.

Методи машинного навчання стрімко розвиваються – щодня країни з найбільш розвиненими економіками світу вкладають багато ресурсів у впровадження комп'ютерних «мізків» у життєдіяльність людини. Таким чином спеціалістам стали відомі досі невідомі взаємозалежності в даних. Важливо, застосовувати ці знання для розвитку медицини. Адже, медична галузь за останні 30 років, на жаль, не набула такого стрімкого розвитку, як технічний прогрес.

У даній статті проведено порівняння ефективності методів машинного навчання на прикладі даних поширення Covid-19. Розглянуто наступні



алгоритми машинного навчання: логістична регресія (Logistic Regression), метод опорних векторів (Support Vector Machine), випадковий ліс (Random Forest), метод -середніх (*K*-Means). Для порівняння моделей використано акуратності побудованих моделей.

Література:

[1] Anandhanathan, Praveen & Gopalan, Priyanka. (2021). Comparison of Machine Learning algorithm for COVID-19 Death Risk Prediction. 10.21203/rs.3.rs-196077/v1.

[2] Edureka courses <https://www.edureka.co/blog/random-forest-classifier/>
[Електронний ресурс]

Abstract. *The article compares the effectiveness of Machine Learning Algorithms on the example of Covid-19 distribution data. The following Machine Learning algorithms are considered: Logistic Regression, Support Vector Machine, Random Forest, K-Means. The accuracy of the constructed models was used to compare the Algorithms. All statistical studies were conducted in the R Programming language.*

Keywords: *Machine Learning, Random Forest, Support Vector Machine, Logistic Regression, K-means.*

Статья отправлена: 20.01.2022 г.

© Дорошенко І.В.



УДК 504:614.6

ECOLOGICAL STATE OF THE VOLYN REGION ENVIRONMENT AND ITS IMPACT ON HUMAN HEALTH ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ДОВКІЛЛЯ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Myskovets I.Ya. / Мисковець І. Я.

c.g.s., Associate Prof. / к.г.н., доцент

ORCID: 0000-0001-9248-4919

Molchak Ya.O. / Мольчак Я. О.

d.g.s., Prof. / д.г.н., професор

ORCID: 0000-0001-5753-8352

Lutsk National Technical University, Lutsk, str. Lvivska, 75, 43018

Луцький національний технічний університет, Луцьк, вул. Львівська, 75, 43018

Анотація. У статті розглядаються питання щодо негативного впливу на здоров'я людини стану природного середовища. Показано як залежить здоров'я населення відповідного регіону від екологічного стану довкілля. Проведено аналіз екологічних чинників та їх взаємозв'язок із розвитком сучасних хвороб. Проаналізовано дію природного навколишнього середовища на окремі групи захворювань, які із ним пов'язані. Запропоновано засоби профілактики щодо попередження хвороб, які виникають внаслідок негативного впливу навколишнього середовища, погіршення його екологічного стану.

Ключові слова: довкілля, здоров'я, антропогенні чинники, природне середовище, хвороби, забруднення повітря.

Вступ. На стан людини, на її здоров'я впливає природне середовище. Стан здоров'я населення є показником соціально – економічного розвитку не тільки регіону, а й усієї країни, невід'ємною складовою рівня та якості життя людей. Брудна вода та забруднене повітря, неякісна їжа та дуже висока або дуже низька температура можуть завдати шкоду здоров'ю. Здоров'я людини визначається настільки важливим, що ця характеристика першою входить до індексу людського розвитку, який визнаний універсальним показником рівня соціального розвитку країни.

XXI століття характеризується зростанням дії антропогенних чинників на людину. Проходять глобальні зміни у життя суспільства внаслідок появи нових технологій, упровадження у виробництво найновіших досягнень науки і техніки, які сприяють вдосконаленню технологій та зростанню виробництва, більш повному задоволенню потреб людей, збільшенню комфорту. Разом з тим, виникають ризики для здоров'я населення, а це – забруднення повітря, води та ґрунту, знищення лісів, поява нових хімічних сполук, що негативно впливають на здоров'я людей, зменшуючи тривалість їх життя, що ставить під загрозу існування людини як біологічного виду.

Мета статті полягає в аналізі негативного впливу екологічних чинників на основні показники здоров'я населення та засобів їх усунення і мінімізації, шляхом профілактики і формування екологічної свідомості.

Основний текст. Волинська область серед регіонів України вважається однією із найбільш екологічно чистою, проте екологічна ситуація в області з кожним роком ускладнюється, не сумісна зі здоровим життям. В області



розвинуті гірничодобувна, машинобудівна, лісова та деревообробна галузі промисловості. Працюють також підприємства харчової та переробної промисловості, будівельних матеріалів. У результаті виробничої діяльності, з недосконалими енерго та ресурсозатратними технологіями, промислові підприємства, особливо ті, які розташовані поблизу житлових районів, є забруднювачами довкілля. Як правило, це потужні джерела викидів шкідливих речовин в атмосферу. Щорічно в атмосферне повітря області потрапляє 5,3 тис. тонн токсичних хімічних сполук. В 11-х містах, де проживає майже 30% населення області, рівень забруднення повітря значно перевищує граничні допустимі концентрації (ГДК).

Найбільші виробничі потужності зосереджені в містах Луцьку, Ковелі, Нововолинську, підприємства яких скидають у водойми 0,472 млн м³ забруднених стічних вод. За останні роки в міських стічних водах в 3,2 рази зросла кількість свинцю, у 2,8 рази – міді, в 2,1 – нікелю, в 1,5 – цинку.

Аналіз впливу екологічних чинників на навколишнє природне середовище свідчить про те, що характер масштабів його забруднення в області є високим, а екологічну ситуацію можна охарактеризувати як кризову, яка розгортається при економічній нестабільності, загостренні соціальних та політичних проблем, інтенсивного забруднення середовища існування людини негативними чинниками. З огляду на наведене, актуальність взаємозв'язку екологічного стану довкілля та стану здоров'я населення регіону зростає.

Екологічний стан природного середовища, серед факторів, що визначають рівень захворюваності, займає майже 20%. До 70-80% хвороб пов'язані із впливом комплексу екологічних та професійно–виробничих факторів, які поєднуються зі стресовими, нервово–психічними перевантаженнями, враховуючи сучасну екологічну напруженість.

Залежність захворюваності людини від впливу довкілля, в якому вона знаходиться, зумовлюють фактори природного середовища та соціальні фактори, що поєднуються із біологічними, у т.ч. і спадковими [3, с. 156].

За останні роки антропогенне навантаження на природне середовище є небезпечним для здоров'я. Екологічний стан його оцінюється за комплексом показників, зокрема, за структурою захворюваності дорослого і дитячого населення, смертністю, частотою вроджених вад, генетичних порушень, порушень імунної системи, концентрацією токсичних речовин у різних біологічних середовищах людини тощо. Встановити залежність стану навколишнього середовища і здоров'я населення можна за індексом здоров'я, що є кількісним показником стану здоров'я [1, с. 42]. За умови повного благополуччя довкілля, індекс здоров'я становить 65-70%. Адаптивні можливості організму людини є інтегральним показником здоров'я. У загальному організм людини досить добре пристосований до змін навколишнього середовища і це є основною ознакою доброго здоров'я.

Європейський центр ВООЗ з навколишнього середовища і здоров'я населення для оцінки зв'язку між ними рекомендує основні групи індикаторів, а саме: стан здоров'я (смертність, захворюваність, поширеність хвороб); фізичне середовище (забезпечення житлом, якість питної води та атмосферного



повітря, радіація, шум); умови праці; захист здоров'я (забезпечення якості продуктів харчування); служби охорони здоров'я [5, с. 206].

Аналізуючи негативний вплив антропогенних чинників на основні показники здоров'я населення, можна виділити наступні напрямки:

- на соматичному рівні – погіршення стану здоров'я в результаті несприятливої екологічної ситуації;
- на психічному рівні – погіршення стану здоров'я внаслідок стресових ситуацій, зумовлених техногенними аваріями та катастрофами;
- на соціальному рівні – невідповідністю між обсягом і якістю доступних медичних послуг і реальним станом здоров'я населення.

На стан здоров'я населення та тривалість життя має вплив екологічна ситуація. Екологічні проблеми Волинської області споріднені із загальнодержавними проблемами України, але й мають свою чітко виражену відмінність.

Частина Волинської області – Шацький Національний парк, зона рекреації для вітчизняних та зарубіжних туристів, а також значна територія водно–болотних угідь міжнародного значення.

Транскордонне забруднення вод. Внаслідок проходження територією області Головного Європейського вододілу, область отримує часткове забруднення із Львівської (р.р. Західний Буг та Стир) і Рівненської (р. Стир) областей. У результаті забруднення р. Західний Буг, яка має транскордонне значення, можуть виникнути міжнародні проблеми так, як супроводжується технологічними і рукотворними аваріями й забрудненням поверхневих вод і ґрунту, внаслідок транзиту нафтопродуктів трубопроводами, що проходять по території області.

Транскордонне забруднення атмосфери. Як прикордонна область, Волинь приймає на себе транскордонний перенос із Заходу і Сходу забруднюючих речовин і похідних від них – «кислих опадів», напружений транзит автотранспорту та додаткове забруднення повітря.

За останні роки намітилась тенденція із збільшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Основними забруднювачами повітря були підприємства сільського, лісового та рибного господарства, підприємства переробної, добувної промисловості та розроблення кар'єрів, а також підприємства–постачальники газу, електроенергії, пари та конденсованого повітря. На них припадає понад 74% загально обласних викидів. Найбільша частка викидів (від загального обсягу) припадала на підприємства Ківерцівського (6,9%), Локачинського (11,4%), Маневицького (12,0%) та Володимир–Волинського (12,8%) районів.

Забруднення атмосферного повітря впливає на здоров'я людини різними шляхами – від прямої негайної загрози до повільного поступового руйнування систем життєзабезпечення організму. Постійні атмосферні забруднення несприятливо впливають на загальну захворюваність населення, у структурі якої все помітнішими стають хвороби, що пов'язані із забрудненням довкілля. Висока поширеність хвороб у Луцькому, Любомльському, Камінь – Каширському, Ратнівському та Горохівському районах, найнижча – у



Володимир – Волинському, Старовижівському та Турійському.

Масове застосування мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин призвело до появи отрутохімікатів в атмосфері, ґрунтах і природних водах. На території області зберігається понад 520 тонн заборонених та непридатних пестицидів, які відносяться до небезпечних відходів різних класів небезпеки.

Простежується тенденція із збільшення обсягів скидання у водойми області нормативно очищених зворотних вод, що негативно впливають на якісний склад води, особливо у контрольних створах річок Стиру, Турії, Путилівки, Прудніка, Луги та Гнилої Липи.

Кількість забруднюючих речовин у відкритих водоймах у 2021 році, у порівнянні із 2020 роком, збільшилась по нітратах у 2–3рази, по сульфатах – 2–5 рази, амонію сольовому – 2–3 рази, магнію – 2,5–3 рази.

Із 1500 проаналізованих проб ґрунтів Іванічівського, Горохівського, Володимир – Волинського районів на наявність важких металів виявлено перевищення ГДК по міді у 167 пробах, що становить 11,2% від усієї кількості проб.

Здоров'я населення можна оцінити такими показниками, як середня тривалість життя при народженні або після досягнення певного віку, загальна смертність та смертність дітей до одного року життя, захворюваність і функціональні відхилення, поширеність хвороб. До прикладу, за даними Головного управління статистики в області чисельність наявного населення, за оцінкою, на 1 січня 2021р. становила 1027,4 тис. осіб. У 2020р. кількість жителів зменшилась на 4024 особи. Обсяг природного скорочення, у порівнянні з 2019р., збільшився на 984 особи. Кількість живонароджених у 2020р. становила 10448 осіб, померлих – 14344 особи [4, с.87]. Серед основних причин смерті населення перше місце посіли хвороби системи кровообігу, друге - новоутворення, третє – хвороби органів дихання. На ці хвороби припало 86,4% загальної кількості померлих.

За останні п'ять років значно зросла частка недуг нервової та ендокринної систем і новоутворень. По ВІЛ – інфекції /СНІД на Волині найгірша ситуація серед західних регіонів країни, причому цією недугою все частіше хворіють люди віком 25–49 років (68% усіх таких хворих).

Забруднене повітря значно знижує імунітет, впливає на органи дихання, спричиняє серцево–судинні, онкологічні та інші захворювання, пов'язані із генетичними змінами, патологією вагітності і дефектами розвитку. Загальна кількість таких захворювань впродовж останніх років збільшилась у декілька разів [1; 2; 5].

Серцево–судинні захворювання, на сьогоднішній день, одна із найважливіших медико–біологічних та соціальних проблем як в цілому в державі, так і у Волинській області. Тому зниження смертності населення Волинської області саме від хвороб системи кровообігу, вчасне і доступне надання кардіо хірургічної допомоги хворим із серцево–судинними захворюваннями для нашої області є одним з найприоритетніших завдань на найближчі роки.



Вагомим фактором негативного впливу на навколишнє середовище регіону є радіаційне забруднення. Внаслідок цього для регіону характерним є високий рівень захворюваності органів дихання, травлення, кровообігу, нервової системи та органів чуття тощо. Таким чином здоров'я людей відображає динамічну рівновагу між організмом та середовищем їх існування і має певну біологічну стійкість, яка забезпечує його стабільність при зміні параметрів чинників довкілля. У зв'язку з цим високий рівень здоров'я населення стає важливим критерієм для оцінки якості довкілля. Постійне погіршення навколишнього природного середовища у кінцевому розрахунку може привести до зниження захисних властивостей організму людини і він перестане опиратися різним захворюванням. Свідомість людини має бути скерована на збереження довкілля і свого здоров'я. Людина може бути здоровою лише в здоровому довкіллі. Необхідно основні зусилля спрямувати на профілактику захворювань. На сьогодні розроблено систему заходів, які спрямовані на виявлення хвороботворних умов, запобігання розвитку захворювань та зміцнення здоров'я.

Висновки і пропозиції.

Сучасна соціоекологічна криза, як в Україні, так і на Волині, пов'язана із впливом комплексу екологічних та професійно–виробничих факторів, що супроводжується погіршенням якості життя і, відповідно до цього, зниженням здоров'я населення. На сьогодні існує багато екологічних чинників, що спричиняють погіршення здоров'я, загрожуючи генофонду нації.

Саме тому екологічна освіта, в умовах сьогодення, розглядається як один із потужних засобів, що може забезпечити зміну поведінки людей та їх ставлення до навколишнього середовища із руйнівного та споживацького на дбайливе та відновлювальне, що у результаті покращить їх здоров'я.

Список літератури:

1. Вадзюк С. Н. Медико-екологічні проблеми в сучасних умовах / С. Н. Вадзюк, О. Є. Федорців // Збалансований розвиток країни – шлях до здоров'я і добробуту нації: матеріали Українського екологічного конгресу, – К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2017. – С. 41-44.
2. Здоров'я населення України: вплив генетичних процесів / А. М. Сердюк, О. І. Тимченко, О. В. Линчак, В. В. Єлагін / Журнал АМН України. – 2019. – Т. 13, № 1. – С. 78-92.
3. Погребський Т.Г. Сучасна медико –географічна ситуація у Волинській області /Т.Г. Погребський// Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна: зб. наук. праць. – Х.: Харківський національний університету імені В.Н. Каразіна, 2015. – Вип. № 1049. - С.153-159.
4. Статистичний щорічник Волинь 2020 / за ред. В. Науменка. – Луцьк: Головне управління статистики у Волинській області, 2021. – 465 с.
5. Чигур Р. Причини зростання антропогенного навантаження на повітряний басейн Західного регіону України у 70-80-х рр. ХХ ст / Р. Чигур // Наукові записки: Серія «Історія». – 2010. – № 2. – С. 205-209.



Abstract. *The article considers the issues of negative impact on the human health of the environment. It demonstrates how health of the population of the certain region depends on the ecological state of the environment. Environmental factors are analysed and their interconnection with the development of current diseases are examined. The action of the natural environment on certain groups of diseases associated with it are analyzed. The means of prevention for the prophylaxis of diseases that are arising from the negative impact of the environment and deterioration of its ecological state are proposed.*

Key words: *environment, human health, anthropogenic factors, natural environment, diseases, air pollution.*

Стаття надіслана: 16.01.2022 г.
©Мисковець І.Я., Мольчак Я.О.



УДК 373

**USE OF ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES IN STUDYING
DISCIPLINES OF BIOLOGICAL PROFILE****ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ
ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИН БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ****Shchikno S.A. / Щикно С.А.***State Educational Establishment "Secondary School No. 23 of Grodno",
Grodno, Boldina 12B, 65029**Государственное учреждение образования «Средняя школа №23 г.Гродно»,
Гродно, ул.Болдина 12Б, 65029***Khaiminova I.K. / Хайминова И.К.***Educational Institution "Yanka Kupala State University of Grodno", Grodno, Ozheshko 22, 230019**Учреждение образования «Гродненский Государственный университет
имени Янки Купалы», Гродно, ул.Ожешко 22, 230019*

Аннотация. В работе рассматривается проблема доступности и оригинальности подачи учебного материала по предмету «Биология». Электронный образовательный ресурс является составным элементом электронного учебно-методического комплекса по дисциплинам биологического профиля для высокомотивированных учащихся старших классов. Ресурс состоит из блоков: теоретический (электронное учебное пособие), практический (тестовые задания разного уровня сложности и задачи).

Ключевые слова: электронно-образовательный ресурс, биологические дисциплины, дистанционное обучение

Вступление

Одной из основных задач перед системой образования, учителем, в частности, является повышение качества, доступности и оригинальности изучаемого материала, в соответствии с образовательными запросами и стандартами.

Информационные технологии в системе образования с каждым годом все активнее вводятся и используются в различных учреждениях образования, что является основным доказательством развития информационно-образовательной сферы в учебных заведениях.

На сегодняшний день – преобразование материала в более доступную, интересную для учащихся форму – актуальная проблема для педагога. выступают электронные учебно-методические разработки.

Интерактивные онлайн учебные разработки имеют ряд преимуществ по сравнению с печатными материалами, а именно: возможность поиска основных терминов или названий глав, регулировка размера шрифта, реализация функций «копировать» и «вставить», право слушать аудио переводы, что экономит время учащихся на поиск конкретной информации в сотни и сотни страниц печатного материала [1]. Электронные методические пособия также предоставляют учащимся викторины или практические вопросы, основанные на главах, которые они только что прочитали, что повышает заинтересованность и проявление активности при изучении той или иной темы, а также позволяет взять на себя ответственность за собственное обучение [2].



Необходимо отметить, что использование электронных ресурсов в образовательном процессе значительно влияет на формы и методы представления учебного материала, характер взаимодействия между учащимися и педагогом, соответственно, на методику проведения занятий в целом.

Освоение учащимися материала с применением ресурса способствует целостному, системному и более эффективному восприятию информации, вовлечению обучающихся во все этапы процесса, выстраиванию собственных образовательных траекторий, возможности осуществления самоконтроля и критической самооценки.

Основная часть

Электронно-образовательные ресурсы «Хранение и реализация наследственной информации» и «Углеводы. Метаболизм углеводов» представляют собой отдельные электронные учебники, состоящие из различных блоков.

Ресурс «Хранение и реализация наследственной информации» состоит из трех блоков: обучающий, интерактивный и контролирующий.

Обучающий представлен теоретическим материалом в удобной для учащихся форме – таблицы, схемы, диаграммы.

Интерактивный блок (разделы «Проверь себя», «Кроссворды») – не подразумевают выставление отметки, предназначены для закрепления теоретического материала, выявления наиболее проблемного вопроса с целью усовершенствования знаний.



Электронный ресурс в образовательном процессе представляет собой вспомогательный компонент для преподавателя и учебный материал для учащегося.

В качестве перспективного компонента учебно-методического обеспечения образовательного процесса в учреждениях образования выступают электронные учебно-методические разработки.

Необходимо отметить, что использование электронных ресурсов в образовательном процессе значительно влияет на формы и методы представления учебного материала, характер взаимодействия между учащимися и педагогом, соответственно, на методику проведения занятий в целом.

Освоение учащимися материала с применением ресурса способствует целостному, системному и более эффективному восприятию информации, вовлечению обучающихся во все этапы процесса, выстраиванию собственных образовательных траекторий, возможности осуществления самоконтроля и критической самооценки.

Рассматриваемая в данной работе тема является довольно сложной для понимания учащимися. Кроме того данная тема не достаточно освещена в школьных учебниках, что ставит задачу перед преподавателем о создании электронного учебника для подготовки учащихся к олимпиадам по биологии и централизованному тестированию.

Рисунок1- Общий вид содержания разработки

Авторская разработка

Контролирующий блок представлен разноуровневыми тестовыми заданиями открытого и закрытого типа, заданиями на соответствие, задачами, для которых сразу представлен алгоритм решения (раздел «Ключи к выполнению»). Также включены задания для подготовки к централизованному тестированию (раздел «ЦТ»). Данный блок подразумевает расчет процента выполнения заданий, выставление отметки.



Рисунок 2 – Общий вид некоторых блоков ресурса

Авторская разработка

Электронное учебное пособие «Углеводы. Метаболизм углеводов» создано с помощью программы TurboSite 1.7.1. Данная программа служит для создания сайтов и электронных учебников, при этом разработчик не обязан обладать навыками программирования. Электронный учебник, созданный с помощью приложения TurboSite, обладает обратной связью и возможностью комментировать. Такое электронное пособие может отображаться в таких поисковых системах как Яндекс, Google, Rambler, что расширяет аудиторию потребителя. Электронная разработка состоит из двух блоков (обучающий и контролирующий). Обучающий блок состоит из 2 глав. В главе 1 представлена классификация углеводов и их функции. В главе 2 рассмотрен обмен углеводов.

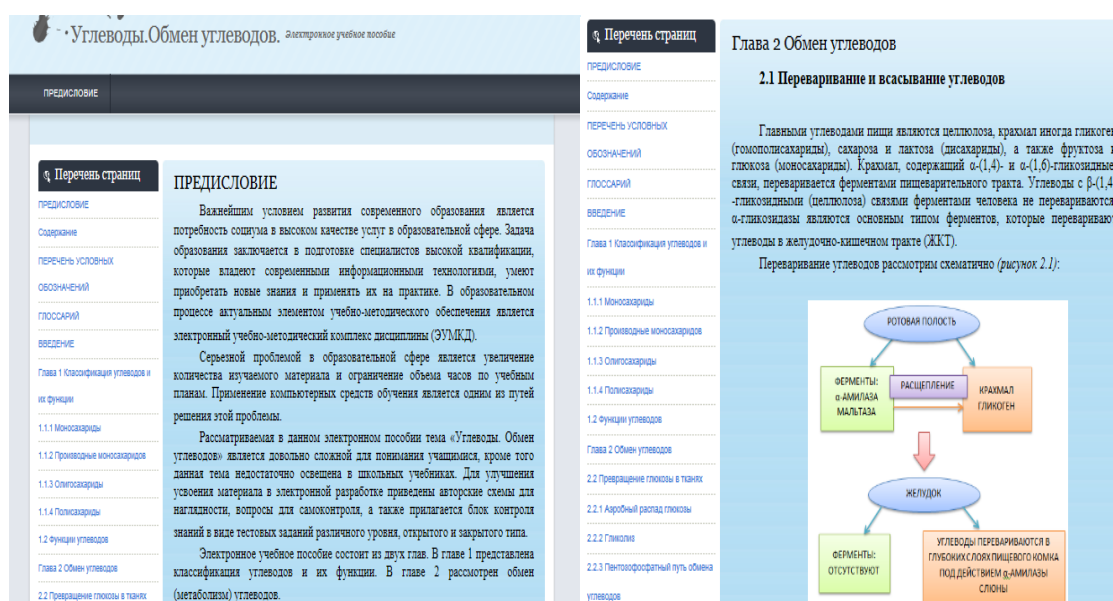


Рисунок 3 – Примеры элементов разработки «Углеводы. Метаболизм углеводов»

Авторская разработка



При создании электронного учебника автор придерживался правил сокращенного обозначения биологически важных молекул в русской транскрипции (НАД, КоА, АТФ и т.д.). Все сокращения размещены в «перечне условных обозначений». Для улучшения усвоения материала в электронной разработке приведены авторские схемы для наглядности, многочисленные реакции биохимических процессов, таблицы, вопросы для самоконтроля, а также прилагается блок контроля знаний в виде тестовых заданий различного уровня (открытого и закрытого типа).

Электронный ресурс дает возможность учителю сразу оценить ученика – выставить ему отметку в соответствии с нормами и правилами. Учащийся в ходе выполнения заданий видит свой уровень подготовки, адекватно оценивает пробелы в своих знаниях, что особо важно при подготовке к олимпиадам и ЦТ. Ресурс дает возможность исправиться – более подробно ознакомиться с теоретическим материалом, еще раз проверить себя в интерактивном разделе и приступить к контролирующему блоку.

В конце изучения теоретических данных, прохождения тестов открытого и закрытого типа, учащихся ждет «Итоговой тест», в котором представлены задания по всему курсу «Хранение и реализация наследственной информации», который также подразумевает оценочный результат.

Данные разработки помимо внеклассной работы с высокомотивированными учащимися могут использоваться педагогом при организации урока, на всех его этапах. При этом они дают возможность реализовать дифференцированный подход к учащимся и способствовать формированию предметных компетенций. В этом случае использование ЭОР зависит конкретно от образовательной задачи, поставленной педагогом на определенном этапе урока.

На этапе объяснения нового материала учащиеся могут воспользоваться разделом «Теоретический блок». После изучения теории они могут обратиться к разделу «Проверь себя» и решить разнообразные задания (безотметочные), способствующие усвоению материала.

На этапе проверки домашнего задания учащимся со средним и удовлетворительным уровнем усвоения знаний можно предложить выполнение разноуровневых тестов открытого и закрытого типа. Для учащихся высокого уровня – попробовать себя в решении генетических задач.

ЭОР дает возможность выставления отметки сразу после выполнения заданий, при этом у учащегося есть возможность самостоятельной коррекции: выписать свои ошибки, попробовать их объяснить.

На этапе закрепления нового материала можно обратиться к разделу «Итоговый тест», который так же будет оценен в соответствии с нормами.

Для высокомотивированных учащихся присутствуют обязательные творческим заданием (составить нуклеотидную последовательность: первая цепочка ДНК – вторая цепочка ДНК – иРНК; и т.п.).

Не важно какой вид работы используют учащиеся – обязательно необходима коррекционная работа, без этого пункта невозможно 100% усвоение материала.



Заключение и выводы

Поскольку электронно-образовательный ресурс дает возможность выставления отметки сразу после выполнения заданий, это обеспечивает высокую объективность при проверке полученных результатов, полностью исключен факт субъективного оценивания и самое важное – экономия времени на уроке.

Предлагаемые учебно – образовательные электронные разработки могут использоваться учащимися химико-биологических классов, также могут быть использованы для подготовки к олимпиадам по химии и биологии. Полезна данная тема и для студентов факультета биологии и экологии. Электронный учебно – методический комплекс способен помочь учащимся в разьяснении, осмыслении и запоминании большого количества материала.

*Авторы выражают искреннюю признательность
кандидату биологических наук,
доценту Резяпкину Виктору Ильичу
(УО «Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы») за помощь в выборе темы.*

Литература:

1. Башмаков, А.И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем / И.А. Башмаков. – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 2003. – 616 с.
2. Гриценко, В.И. Дистанционное обучение: теория и практика / В.И. Гриценко, С.П. Кудрявцева, В.В. Колос. – Киев: Научная мысль, 2004. – 375 с.
3. Андреев, А.А. Дистанционное обучение и дистанционные образовательные технологии / А.А. Андреев, В.И. Солдаткин // Cloud of science. – 2013. – №. 1. – С. 24–31.
4. Мовчан, И.Н. Некоторые аспекты использования современных технологий дистанционного обучения в вузе / И.Н. Мовчан //Сборник научных трудов: Sworld. – 2013. – №. 4. – С. 77–80.
5. Медведева, С.Н. Разработка компьютерных обучающих систем. Учебное пособие / С.Н. Медведева. – Казань: изд-во «Школа», 2011. – 64 с.

Abstract. *The electronic educational resource is a constituent element of the electronic educational and methodological complex for the disciplines of biological profile for highly motivated senior students. The resource consists of blocks: theoretical (electronic tutorial), practical (test tasks of different difficulty levels and tasks), as well as the results of testing the tutorial and statistical data processing.*

Key words: *biological disciplines, distance learning, electronic educational resource, EUMKD.*

Научный руководитель: к.б.н., доцент Резяпкин В.И.

Статья отправлена: 01.2022 г.

© Щикно С.А., Хайминова И.К.



УДК 575.1

BLOOD TYPE AND RHESUS FACTOR AS MARKERS OF SUSCEPTIBILITY TO SOME PATHOLOGIES IN IVANO-FRANKIVSK ГРУПА КРОВІ ТА РЕЗУС ФАКТОР, ЯК МАРКЕРИ СХИЛЬНОСТІ ДО ДЕЯКИХ ПАТОЛОГІЙ СЕРЕД НАСЕЛЕННЯ м. ІВАНО-ФРАНКІВСЬК

Simchuk A.P. / Сімчук А.П.

d.b.s., prof. / д.б.н., проф.

ORCID: 0000-0002-1762-144X

Shumiatska I.V. / Шум'яцька І.В.

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University,

Shevchenko Str., 57 Ivano-Frankivsk, 76018

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,

Шевченка, 57, Івано-Франківськ 76018

Анотація. Досліджували маркуючий ефект груп крові AB0 і Rh при патологіях і в нормі у чоловіків і жінок у віці від 8 до 81 років, що проживають на території м. Івано-Франківськ. Маркуючий ефект груп крові у жінок було виявлено відносно до головних болів і патологій зору. Виявлені також маркерні властивості груп крові у жінок відносно патологій шлунково-кишкового тракту.

Ключові слова: групи крові AB0, резус-фактор, патологія, генетичні маркери

Вступ.

Пошук і аналіз асоціацій різних генетичних маркерів із захворюваннями дуже актуальні та перспективні, оскільки це дає можливість судити про участь спадкових факторів у розвитку того чи іншого захворювання [1, 2]. Водночас такі дослідження дозволяють виявити серед населення групи осіб із фенотипами підвищеного ризику до окремих захворювань, а це дає можливість розробки системи профвідбору та визначення заходів профілактики.

Групові крові людини, серед інших факторів, також може бути фактором ризику розвитку у людини різних захворювань, у тому числі, таких як інфаркт міокарда та ішемічний інсульт [1, 3], патології органів дихання [4] та ін. Інтерес до проблеми породив масу досліджень у даному напрямку.

Але, отримані результати є часто достатньо суперечливими. Це породило деякий скепсис щодо прогностичної цінності генетичних маркерів схильностей до патологій. Проте, у подібних дослідженнях, зазвичай, не враховується вплив чинників довкілля.

Фенотип індивідуума, що включає серед іншого і його патології, формується під впливом генетичних та середовищних компонентів. Отже, у різних умовах середовища одні й ті самі генетичні маркери можуть мати різні прогностичні можливості. Однак, це не применшує можливості підходу, але потребує врахування специфічності та накопичення великої маси емпіричних даних. У зв'язку з цим дана робота присвячена дослідженню маркуючих можливостей груп крові щодо деяких патологій серед населення Івано-Франківська.

Матеріали та методи. Збір матеріалу проводили шляхом анкетування. Проаналізовано 142 анкети мешканців м. Івано-Франківськ. З них було опитано



72 жінки та 70 чоловіків. Вік опитуваних становив від 8 до 81 року. Опитування проводилось в сім'ях. Кількість сімей становила 45. Зв'язки між генетичними маркерами (група крові в системі АВ0 та резус фактор) та наявністю тієї чи іншої патології виявляли та оцінювали з використанням коефіцієнта асоціації Пірсона із використанням можливостей програми LibreOffice Calc. Вибірки чоловіків та жінок аналізували окремо. Враховували такі характеристики здоров'я та патології, як: зір, схильність до депресій, метеочутливість, головний біль, респіраторні захворювання, алергії, захворювання серцево-судинної системи та шлунково-кишкового тракту, а також відношення до алкоголю, тютюнопаління та уподобань у харчуванні.

Результати та обговорення.

В результаті проведених розрахунків були встановлені зв'язки між генетичними маркерами груп крові і резус-фактору з наявністю певної патології. Нажаль достовірні результати були отримані тільки для виборки жінок. Причиною цього може бути або недостатній об'єм вибірки та низкі показники сили зв'язку даних факторів у чоловіків. Також не всі патології, чи поведінкові уподобання виявили зв'язок з маркерами що вивчалися у дослідженні. Так, групи крові достовірно асоціюються з головними болями тільки у жінок. Вони найбільш часті у жінок з II групою крові (рис. 1А). З проведених досліджень також встановлений зв'язок груп крові з шлунково-кишковими хворобами. Жінки з III групою крові більше схильні до патологій кишково-шлункового тракту (рис. 1В).

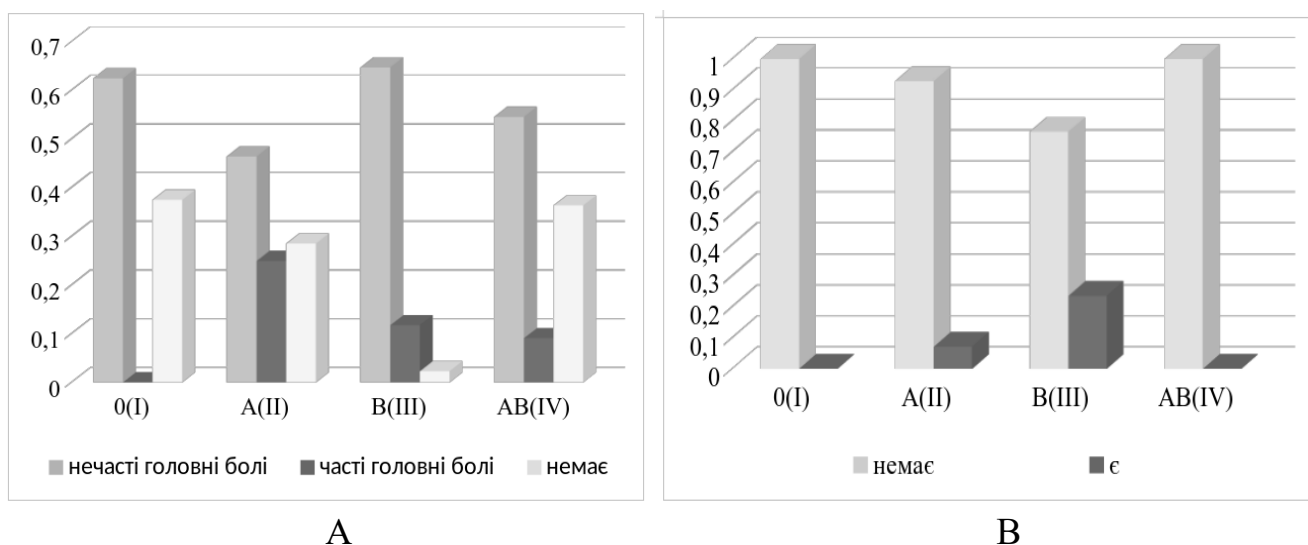


Рис. 1. Поширеність головного болю (А) та кишково-шлункових хвороб (В) серед жінок м. Івано-Франківськ з різними групами крові.

Наявність частих головних болей (А) асоційована з II групою крові: $R = 0,26$; $\chi^2 = 4,73$; $df = 1$; $P < 0,05$. III група крові асоційована з кишково-шлунковими хворобами (В): $R = 0,31$; $\chi^2 = 6,73$; $df = 1$; $P < 0,01$.

Резус-фактор також проявляє певні маркуючі ефекти. Так, наприклад, короткозорість та далекозорість більш притаманна для жінок з позитивним резус-фактором на відміну від жінок з негативним резус-фактором (рис. 2).

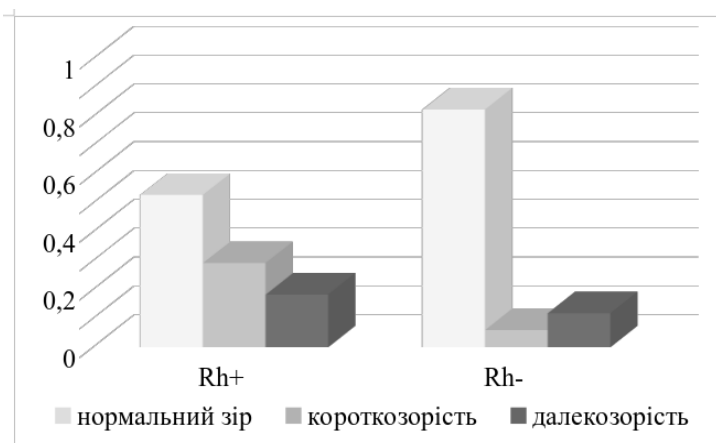


Рис. 2. Зв'язок резус-фактору з зоровими патологіями у жінок м. Івано-Франківськ. Негативний резус фактор асоційовано з нормальним зором $R = 0,26$; $\chi^2 = 4,74$; $df = 1$; $P < 0,05$.

Дані зв'язку груп крові з тими чи іншими патологіями людини, отримані різними дослідниками, є часто суперечливими. Так, за результатами одних досліджень з хронічною обструктивною хворобою легень пов'язана група крові А(ІІ), а за даними інших – В(ІІІ) і, водночас, власники групи крові 0(І) менш за інших схильні до цієї хвороби [4, 5].

Аналогічним чином, суперечливими виявилися дані щодо зв'язку груп крові з патологіями серцево-судинної системи: за даними одних авторів [3] в зоні ризику знаходяться власники групи крові А(ІІ), а за даними інших [6] – носії групи крові В(ІІІ).

При аналізі подібних даних може скластися враження про низьку ефективність та недоцільність використовуваного підходу. Однак, слід зазначити, що дослідження проводилися в різних популяціях людини, і при цьому автори не поділяли досліджувані вибірки на статі (за винятком шахтарів). Крім того, органічні патології, як і будь-які інші фенотипічні ознаки організму, є результатом взаємодії генотипу і навколишнього середовища.

Таким чином, дані про маркуючі ефекти тих чи інших генів носять локальний характер і в межах кожної території вимагають поглибленого вивчення різних внутрішньопопуляційних угруповань. Бази подібних локально прив'язаних даних, безумовно, будуть дуже корисні для прогнозів захворюваності населення.

Висновки.

Загальний аналіз деяких фенотипічних ознак та генетичних маркерів дозволив встановити їхній статистично значимий зв'язок з певними патологіями серед жінок м. Івано-Франківськ. Головні болі найбільш часті у жінок з ІІ групою крові, а жінки з ІІІ групою крові більше схильні до патологій кишково-шлункового тракту. Негативний резус фактор асоційований у жінок з нормальним зором. Дані про маркеруючі ефекти генетичних маркерів, як правило, носять локальний характер і в межах іншої популяції можуть відрізнятися під впливом інших зовнішніх факторів. Тобто вони потребують поглибленого вивчення по відношенню різних внутрішньопопуляційних факторів.

**Література:**

1. Дранник Г.Н., Дизик Г.М. Генетические системы крови человека и болезни. — К: Здоровье. — 1990. — 197 с.
2. Кузнецов М.Ф., Артамонова В.Г. Генетический скрининг маркеров индивидуальной чувствительности к действию биологических факторов // Медицина труда и промышленная экология. — 1993.— № 9-10. — С. 12-15.
3. Чиныбаева А.А. Распределение эритроцитарных антигенов у больных с церебральным инсультом // Журнал Неврологии и Психиатрии. — 2005. — №13. — С. 55-57.
4. Семёнова Н.С., Балабина Н.М. Факторы риска развития хронической обструктивной болезни легких // Сибирский медицинский журнал. — 2007. — №5. — С. 8-11.
5. Романцов М.Г., Ботвиньева В.В. Часто болеющие дети – актуальные аспекты повторной респираторной заболеваемости. — М., 1996. — 90 с.
6. Голубков В.В. К вопросу о зависимости риска развития ишемического инсульта от группы крови по системе АВ0 // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. — 2012. — № 6. — С. 92-94.

References:

1. Drannik G.N., Dizik G.M. Geneticheskije sistemi krovi cheloveka I bolezni. - K: Zdorov'e. - 1990. -197 s.
2. Kuznetsov M.F., Artamonova V.G. Geneticheskij skringing markerov individualnoj chuvstvitel'nosti k dejstvu biologicheskikh faktorov // Meditsina truda I promishlennaja ekologiya. - 1993. - N 9-10. - S. 12-15.
3. Chinibaeva A.A. Raspredelenije eritrotsitarnih antigenov u bolnih s tserebralnim insultom // Zhurnal Nevrologii i Psihiatrii. - 2005. - N13. S. 55-57.
4. Semenova M.G., Balabina N.M. Faktori riska razvitija hronicheskoy obstruktivnoj bolezni legkih // Sibirskij meditsinskij zhurnal. - 2007. - N5. - S. 8-11.
5. Romantsov M.G., Botvin'eva V.V. Chasto boleuschie deti – aktualnie aspekti povtornoj respiratornoj zaboлеваemosti. - M., 1996. - 90 s.
6. Golubkov V.V. K voprosu o zavisimosti riska razvitia ishemicheskogo insulta ot gruppi krovi po sisteme AB0 // Zhurnal nauchnih publikatsij aspirantov i doctorantov. - 2012. - N6. - S. 92-94.

Abstract. The marking effect of AB0 and Rh blood types were investigated at pathologies and in a norm among the men and women in age from 8 to 81 years, resident in territory of Ivano-Frankivsk city. The marking effect for blood types in women were found in regard to head pains and eye pathologies. Besides, the blood types were found to mark gastro-enteric pathologies in women.

Keywords: blood of AB0 types, rhesus-factor, pathology, genetic markers

Статтю відправлено: 23.01.2022 г.
© Сімчук А.П., Шум'яцька І.В.



УДК 633.491:635.073

**FORMATION OF YIELD AND QUALITY OF POTATO TUBERS
DEPENDING ON THE WEIGHT OF PLANTING TUBERS
ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ БУЛЬБ КАРТОПЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД
МАСИ ПОСАДКОВОЇ БУЛЬБИ**

Shakalii S. M. / Шакалій С. М.*с. а. с. / к. с. – г. н.*

ORCID (0000-0002-4568-1386)

*docent at the department of plant growing / доцент кафедри рослинництва***Bagan A. V. / Баган А. В.***с. а. с. / к. с. – г. н.*

ORCID (0000-0001-8851-5081)

*docent at the department of selection, seed production and genetics /**доцент кафедри селекції, насінництва і генетики**Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36000,**Полтавський державний аграрний університет,**вул. Сковороди 1/3, Полтава, 36000***Senchuk T.Yu. / Сенчук Т. Ю.***с. а. с. / к. с. – г. н.*

ORCID 0000-0002-5272-8947)

*Junior researcher at the NSC**«Institute of Beekeeping. P.I. Prokopovich»**Молодший науковий співробітник ННЦ**«Інститут бджільництва ім. П.І. Прокоповича»*

Анотація: В даній статті представлена інформація про вплив маси посадкових бульб на урожайність та вміст крохмалю в двох сортах Гурман та Княгиня, які є районованими для нашої області. Аналіз метеорологічних умов в роки проведення дослідів показав, що всі три вегетаційних періоди сприятливі для вирощування картоплі. Червневі і серпневі опади роблять менший вплив на урожай цих сортів. Температура є одним з основних факторів, що лімітують врожайності картоплі, особливо при крайніх відхиленнях від багаторічних середніх в бік зниження. У всі роки дослідження середньодобові температури протягом вегетації картоплі були близькі до норми або децю вищою за норму. Нами встановлено, що при підвищенні маси посадкової бульби з 30 до 120 г врожайність картоплі зростала у сорту Гурман з 26,3 т/га до 35,3 т/га, а у сорту Княгиня з 27,3 т/га до 40,1 т/га. Гурман дав надбавку в порівнянні з масою посадкової бульби 50- 80 г - 3,8 т / га або 12,1 %, а сорт Княгиня 5,6 т / га або 16,2 %.

Ключові слова: сорт, бульби, картопля, урожайність, вміст крохмалю.

Вступ. Найбільш ефективним шляхом підвищення продуктивності картоплі є впровадженням в практику сільськогосподарського виробництва нових високоврожайних сортів, біологічні особливості яких більше відповідають місцевим ґрунтово-кліматичних умов. Потенціал сортів реалізується через насіннєвий матеріал і технології обробітку [1].

Сорти картоплі, в незалежності від групи стиглості, пред'являють неоднакові вимоги до умов обробітку і по - різному реагують на прийоми агротехніки. Механічне перенесення ефективних технологій і нових сортів, придатних для одних умов, в інші умови ґрунтів і клімату, рідко дає позитивний результат [2-4].



Мета нашої роботи полягала в удосконаленні елементів сортової технології вирощування картоплі на прикладі найбільш перспективного сорту Гурман та Княгиня для Лісостепової зони Полтавської області.

В умовах області вперше вивчені деякі агротехнічні прийоми сортової технології районованих сортів, що дозволяють реалізувати біологічний потенціал сорту та отримувати стабільні і високі врожаї [5].

Вплив розмірів посадкового матеріалу на урожай картоплі істотно залежить від умов обробітку: на родючих ділянках при безперебійному постачанні рослин водою, урожай зростає зі збільшенням крупності насіннєвих бульб [6-8].

Основний текст.

При проведенні технологічних досліджень про вплив маси посадкової бульби на врожайність і структурні показники районованих сортів Гурман і Княгиня, нами встановлено, що врожайність сортів картоплі в 2019 році зростала в міру збільшення маси посадкової бульби з 30 до 120 грамів у сорту Гурман з 23,9 до 34,6 т/га, а у сорту Княгиня з 29,1 до 40,5 т/га.

У 2020 році врожайність картоплі була значно вище, ніж в 2019 році. Спостерігалася така ж тенденція збільшення врожайності при збільшенні маси посадкових бульб. Гурман збільшував врожайність до 39,2 т/га в порівнянні з масою посадкової бульби 30 грамів, а сорт Княгиня до 42,5 т/га. Недолік опадів в липні і велика кількість їх в серпні, значно знизило врожай бульб картоплі в 2021 році. Так, в 2020 році опадів випало значно більше середньобаторічної норми, де і спостерігається найбільш високий урожай.

Високою вологістю в перший період розвитку картоплі відрізнявся 2021 рік, а в третьому періоді опадів випало на 11,2 мм менше середньобаторічної норми, що створило сприятливі умови для збирання.

Температура є одним з основних факторів, що лімітують врожайності картоплі, особливо при крайніх відхиленнях від багаторічних середніх в бік зниження [9].

У всі роки дослідження середньодобові температури протягом вегетації картоплі були близькі до норми або дещо вищою за норму.

Навесні заморозки закінчувалися в другій декаді червня і восени відзначалися на початку вересня [4].

Таким чином, нами встановлено, що при підвищенні маси посадкової бульби з 30 до 120 г врожайність картоплі зростала у сорту Гурман з 26,3 т/га до 35,3 т/га, а у сорту Княгиня з 27,3 т/га до 40,1 т/га (табл. 1).

Гурман дав надбавку в порівнянні з масою посадкової бульби 50- 80 г - 3,8 т / га або 12,1%, а сорт Княгиня 5,6 т / га або 16,2%.

Кількість стебел зростає у Гурмана в 3 рази до 245 тисяч, у Княгині в 2,1 рази до 184 тисяч штук на гектар. Маса бульб з одного куща у великих посадкових бульб максимальна і досягає 0,95 кг у Гурмана і 1,04 кг у сорту Княгиня. Маса товарної бульби залишається прийнятною при будь-якій масі посадкової бульби.

Аналізуючи отримані дані, слід зазначити, що вміст сухої речовини в бульбах у сорту Гурман при масі посадкової бульби 80 г було 20,8-22,6 %, в



середньому 21,4. У картоплі сорту Княгиня відповідно 19,9-23,0 %, в середньому 21%.

Таблиця 1 - Вплив маси посадкової бульби на урожайність картоплі, т/га

Варіант	2019 р.	2020 р.	2021 р.	середнє
Гурман 30 г	23,9	32,1	22,8	26,2
Гурман 50 г	29,7	39,2	23,2	30,7
Гурман 80 г	30,2	37,5	26,9	31,5
Гурман 120 г	34,6	39,2	32,1	35,3
Княгиня 30 г	29,1	33,2	19,6	27,3
Княгиня 50 г	35,2	35,7	27,8	32,9
Княгиня 80 г	31,6	37,5	34,6	34,5
Княгиня 120 г	40,5	42,5	37,4	40,1
Ніп 005	1,8	2,3	1,3	

Найменше вміст сухої речовини зазначено у бульб великої фракції у сорту Гурман - 18,7 % і у сорту Княгиня- 19,7 %, при масі посадкової бульби 30 г.

Поряд з сухою речовиною, особливе значення надається вмісту крохмалю в бульбах картоплі [6]. Вміст крохмалю залежить від умов вирощування, сортових особливостей і може змінюватися від 10 до 20 % (табл. 2).

Таблиця 2 - Вплив маси посадкової бульби на вміст крохмалю, %

Варіанти	2019 р.	2020 р.	2021 р.	середнє
Гурман 30 г	13,8	14,0	13,6	13,8
Гурман 50 г	13,2	15,2	12,5	13,6
Гурман 80 г	15,0	16,8	15,1	15,6
Гурман 120 г	13,1	14,0	11,5	12,8
Княгиня 30 г	13,5	14,0	14,5	14,0
Княгиня 50 г	14,5	15,6	14,4	14,8
Княгиня 80 г	14,6	17,2	14,1	15,3
Княгиня 120 г	13,5	16,6	13,1	14,4
НІР 005	0,83	0,76	0,74	

Дослідження показали, що досліджувані маси посадкової бульби значно впливають на накопичення крохмалю в бульбах картоплі.

Зі збільшенням маси посадкової бульби накопичення крохмалю в урожаї зростала, але в більшості випадків крохмалистість картоплі з масою 120 г було нижче, ніж з посадковою бульбою 80 г.

Це можна пояснити тим, що більш потужні кущі сильніше конкурували і затінювали один одного.



У сорту Гурман найменший вміст крохмалю встановлено у великих бульб - 12,8 %, а у сорту Княгиня у дрібній фракції бульб – 14 %. Але максимальний вміст крохмалю у Гурман (16,8 %), а у Княгині (17,2 %) спостерігається при масі посадкової бульби 80 грамів.

Висновки.

1. Впровадження основних агротехнічних прийомів сортової технології для сортів дозволяє отримувати стабільні врожаї бульб до 45 т/га.
2. Максимальна врожайність сортів картоплі Гурман і Княгиня досягається підвищенням маси посадкової бульби з 30 до 120 г. Надбавка врожаю при посадці великими бульбами (120 г) сортів Гурман становить 3,8 т/га або 12,1 %, а по сорту Княгиня - 5,6 т/га або 16,2 %.
3. Для посадки на продовольчі цілі сортів картоплі Гурман і Княгиня рекомендуємо використовувати середню насіннєву фракцію (50-80 г).

Література:

1. Шакалій С. М. Виробництво органічної продукції – агроекологічний потенціал України. Матеріали міжнародної конференції присвяченої 80- річчю І. В. Сирохмана «Якість і безпечність харчової продукції та сировини – проблеми сьогодення». м. Львів, 25.09.2020. с. 201 -203
2. Зленко В. А. Аналіз динаміки виробництва та експорту зернових культур і картоплі в Україні. Історія науки і біографістика. 2014. № 4. 11 с.
3. Ільчук Л. А. Сорт як фактор впливу на продуктивність і якість картоплі. Передгірне і гірське землеробство і тваринництво. 149 Л, 2002. Вип. 44. С. 37–44.
4. Шакалій С. М., Гордієнко Є. Вплив маси посадкових бульб на формування урожайності картоплі. Теоретичні та практичні аспекти сучасних систем землеробства. Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої 150 річчю заснування кафедри землеробства ім. О. М. Можейка м. Харків, 25 червня 2021 р. С. 154-157.
5. Каленська С. М. Стан та перспективи виробництва картоплі в світі та Україні: зб. наукових праць Вінницького національного аграрного університету. 2012. Вип. 4 (63). С. 41–47.
6. Баган А.В., Юрченко С.О., Шакалій С.М. Формування посівних якостей насіння зернобобових культур залежно від стимулятора росту Foliar Concentrate. Таврійський науковий вісник. 2020. № 113. С. 3-9.
7. Єремко М.О. Вплив позакореневого підживлення на врожайність картоплі. Матеріали IV міжнародної науково-практичної інтернет-конференції "Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти" 18 грудня 2020 року, Полтава. С. 218–221.
8. Шакалій С. М., Береза В. Г. Продуктивність гібридів соняшника залежно від густоти посіву та ширини міжрядь підвищення. IV Міжнародна науково-практична конференція «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур», Дніпро, 20 листопада 2019 року.



9. Юрченко С.О., Беган А.В., Шакалій С.М. Вплив передпосівної обробки насіння стимулятором росту «1r Seed treatment» на продуктивність арахісу (*Arachis hypogaea* L.). Таврійський науковий вісник. 2021. №119. С. 144-151.

References

1. Shakalii, S. M. (2020). Production of organic products - agroecological potential of Ukraine. Proceedings of the international conference dedicated to the 80th anniversary of IV Sirohman "Quality and safety of food and raw materials - the problems of today." Lviv, September № 25, P. 201 -203 [in Ukrainian].
2. Zlenko, V. A. (2014). Analysis of the dynamics of production and export of cereals and potatoes in Ukraine. History of science and biography. 11 p. [in Ukrainian].
3. Ilchuk, L. A. (2002). Variety as a factor influencing the productivity and quality of potatoes. Foothill and mountain agriculture and animal husbandry. № 44. P. 37– 44[in Ukrainian].
4. Shakalii, S. M., Gordienko, E. (2021). Influence of planting tubers on the formation of potato yield. Theoretical and practical aspects of modern farming systems. Proceedings of the International scientific-practical Internet conference dedicated to the 150th anniversary of the Department of Agriculture. OM Mozheika, Kharkiv, June 25, P. 154-157 [in Ukrainian].
5. Kalenska, S. M. (2012). Status and prospects of potato production in the world and Ukraine: collection. scientific works of Vinnytsia National Agrarian University. Vip. 4 (63). P. 41– 47 [in Ukrainian].
6. Bagan, A. V., Yurchenko, S. O., Shakalii, S. M. (2020). Formation of sowing qualities of legume seeds depending on the growth stimulant Foliar Concentrate. Taurian Scientific Bulletin. 113. P. 3-9 [in Ukrainian].
7. Yermenko, M. O. (2020). Influence of foliar fertilization on potato yield. Proceedings of the IV International Scientific and Practical Internet Conference "Effective Functioning of Ecologically Stable Territories in the Context of Sustainable Development Strategy: Agri-Environmental, Social and Economic Aspects" December 18, P. 218–221[in Ukrainian].
8. Shakalii, S. M., Birch, V. G. (2019). Productivity of sunflower hybrids depending on the density of crops and the width of the rows of increase. IV International Scientific and Practical Conference "Status and prospects of development and implementation of resource-saving, energy-saving technologies for growing crops", Dnipro, November, P. 87 – 90 [in Ukrainian].
9. Yurchenko, S. O., Bagan, A. V., Shakalii, S. M. (2021). The effect of pre-sowing treatment of seeds with growth stimulant "1r Seed treatment" on the productivity of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). Taurian Scientific Bulletin №119. P. 144-151[in Ukrainian].

Abstract. This article presents information on the influence of the mass of planting tubers on the yield and starch content in two varieties of Gourmet and Princess, which are zoned for our region. Analysis of meteorological conditions during the years of experiments showed that all three growing seasons are favorable for growing potatoes. June and August precipitation have less impact on the yield of these varieties. Temperature is one of the main factors limiting potato yields, especially with extreme deviations from the long-term average downward. In all years of the study, the average daily temperatures during the potato growing season were close to normal or slightly above normal. We found that when increasing the weight of planting tubers from 30 to 120 g, potato yield increased in the Gourmet variety from 26.3 t / ha to 35.3 t / ha, and in the variety Knyaginya from 27.3 t / ha to 40.1 t / ha. Gourmet gave an increase in comparison with the weight of planting tubers 50-80 g - 3.8 t / ha or 12.1%, and the variety Knyaginya 5.6 t / ha or 16.2%.

Key words: variety, tuber size, potatoes, yield, starch content.



УДК 631.8:633.11

**YIELD AND QUALITY INDICATORS OF WINTER WHEAT GRAINS
DEPENDING ON DOSES OF FERTILIZERS APPLIED
УРОЖАЙНІСТЬ ТА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО
ВІД ДОЗ ВНЕСЕНИХ ДОБРІВ**

Kudriawytzka A.N./Кудрявицька А.М.*c.a.s. ., as.prof./к.с.-г.н., доц.*

SPIN: 7001-1956

Шкроміда Н. М /Shkromida N. M.*студент**National university of life and environmental sciences of Ukraine**Kyiv, street of Heroes of defensive, 17,03041**Національний університет біоресурсів і природокористування України,**м. Київ, вул. Героїв оборони, 17,03041*

Анотація. Дослідженнями на лучно-чорноземному карбонатному ґрунті встановлено, що тривале застосування мінеральних добрив на фоні післядії органічних, забезпечує приріст урожаю зерна районованого сорту ярої пшениці Миронівська яра на 1,73 т/га. Урожайність і якість зерна ярої пшениці підвищуються при внесенні полуторної норми мінеральних добрив на фоні післядії органічних, з відповідно високими показниками якості : збору білку- 0,64 т/га та збору «сирої» клейковини-1,36 т/га.

Ключові слова: пшениця, урожайність, добрива, доза, білок, «сира» клейковина, сорт, ґрунт, сівозміна.

Серед сільськогосподарських культур пшеницю озиму, як продовольчу культуру України, важко переоцінити. Вона займає більш як половину посівних площ зернових культур та провідне місце за валовим збором зерна. В останні роки Україна увійшла до десятки основних країн виробників і стала одним з провідних світових експортерів пшениці [1-2]. Ґрунтово-кліматичні умови Лісостепу правобережного найсприятливіші для сталих урожаїв пшениці озимої та виробництва високоякісного зерна. В свою чергу пшениця озима є одним з найкращих попередників для цукрового буряка та зернобобових культур.

Пшениця озима є зерновою культурою, яка на основі сталих врожаїв та валових зборів високоякісного зерна забезпечує національну продовольчу безпеку в ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу правобережного, так і в Україні загалом. Тому розробка ефективних екологічнобезпечних заходів підвищення урожайності та суттєвого поліпшення якості зерна пшениці озимої є важливим державним завданням, як для науковців, так і для спеціалістів АПК.

В багатьох літературних джерелах за показником урожайності зерна пшениці оцінюється ступінь економічного розвитку країни [3-4]. Відповідно урожайність зерна сільськогосподарських хлібних культур загалом є одна з найважливіших функціональних характеристик в оцінці чинників впливу, за якими проводяться дослідження. Ефективність їх встановлюється в основному через дисперсійний статистичний аналіз у відповідності до методик польового дослідження. У більшості випадків, на рівні значущості похибки 5%, в окремих випадках – 1% значущості [4-5].



Об'єктом дослідження була озима пшениця сорту Миронівська 61, попередником якої є конюшина. Дослід має трьохкратну повторність. Площа облікової ділянки 100 м², посівної 175 м².

Стаціонарний дослід має 12 варіантів. Робочими варіантами в зерно-буряковій сівозміні були наступні:

Контроль

Післядія гною -

фон

Фон + P₈₀

Фон + P₈₀K₈₀

Фон + N₆₀P₈₀K₈₀

Фон +

N₇₅P₁₂₀K₁₂₀

N₆₀P₈₀K₈₀

Отже, питання про вплив умов вирощування, біологічних особливостей сортів, впливу різних доз мінеральних та органічних добрив, на врожай зерна озимої пшениці має теоретичне та практичне значення.

В результаті досліджень на лучно-чорноземному грубопилувато-легкосуглинковому ґрунті встановлено, що тривале застосування мінеральних добрив на фоні післядії гною, сприяє підвищенню врожаю зерна озимої пшениці сорту Миронівська 61 на 11,4-26,3 ц/га (табл.1), при урожаї на контролі відповідно 32,7 ц/га.

Таблиця 1 - Вплив добрив на врожайність зерна озимої пшениці, ц/га

Варіант дослідів	Врожайність, ц/га	Приріст до контролю	
		ц/га	%
Без добрив (контроль)	32,7	-	100
Післядія 30 т/га гною (фон)	4,1	11,4	34,8
Фон+P ₈₀	45,5	12,8	39,1
Фон+P ₈₀ K ₈₀	46,2	13,5	41,3
Фон+N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	54,9	22,2	67,8
Фон+N ₁₁₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	59,0	26,3	80,4
N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	46,1	13,4	40,9

Озима пшениця має чітко виражені закономірності в нагромадженні вмісту білку і клейковини. Мінеральні добрива внесені на фоні післядії органічних підвищували вміст білку в озимій пшениці на 2,4-3,5% і клейковини на 1,1-7,1% при вмісті їх на контролі 9,2% і 20,1%, в ярій пшениці білку на 1,2-2,4% і клейковини на 1,7-4,3% при вмісті на контролі відповідно 14,8% і 31,9% (табл. 2).



Таблиця 2 - Вплив тривалого застосування добрив на якість зерна озимої пшениці

Варіант досліджу	Білок, %	Збір білка		«Сира» клейковина, %	Збір «сирої» клейковини	
		ц/га	приріст до контролю, ц/га		ц/га	приріст до контролю, ц/га
Без добрив (контроль)	9,2	3,0	-	20,1	6,6	-
Післядія 30 т/га гною (фон)	11,6	5,1	2,1	21,2	9,3	2,7
Фон+P ₈₀	11,9	5,4	2,4	21,5	9,8	3,2
Фон+P ₈₀ K ₈₀	12,1	5,6	2,6	21,1	9,7	3,1
Фон+N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	12,4	6,8	3,8	25,6	14,0	7,4
Фон+N ₁₁₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	12,7	7,5	4,5	27,2	16,0	9,4
N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	12,1	5,6	2,6	24,1	11,1	4,5
NIP ₀₅ , %		0,64		1,25		

Висновки

1. Внесення мінеральних добрив на фоні післядії органічних підвищувало урожай зерна озимої пшениці до 26,3 ц/га, при урожаї на контролі 2,7ц/га. Найвищі врожаї зерна озимої і пшениці отримали при внесенні полуторної норми мінеральних добрив на фоні післядії органічних, відповідно 59,0 ц/га.

2. Озима пшениця має чітко виражені закономірності в нагромадженні вмісту білку і клейковини. Мінеральні добрива внесені на фоні післядії органічних підвищували вміст білку в озимій пшениці на 2,4-3,5% і клейковини на 1,1-7,1% при вмісті їх на контролі 9,2% і 20,1%.

Література:

1. Шелепов В.В. Пшеница: история, морфология, биология, селекция / В.В. Шелепов, Н.П. Чебаков, В.А. Вергунов, В.С. Кочмарский. – Миронивка, 2009. – 580 с.
2. Лихочвор В.В. Зерновиробництво / В.В. Лихочвор, В.Ф. Петриченко, П.В. Івашук. – Львів: НВФ «Українські технології», 2008. – 624 с.
3. Крамарьов С.М. Продуктивність та якість зерна пшениці м'якої озимої залежно від мінерального живлення в умовах Лівобережного Лісостепу України / С.М. Крамарьов, Г.П. Жемела, С.М. Шакалій // Бюл. Ін-ту сільського господарства степової зони НААН України. – 2014. – № 6. – С.61-67.
4. Николаев Е.В. Технология выращивания сильной озимой пшеницы /Е.В. Николаев. – Симферополь: Таврия, 1986. – 85 с.
5. Нетіс І.Т. Пшениця озима на півдні України [монографія] /І.Т. Нетіс. – Херсон: Олдіплюс, 2011. – 460 с.



Abstract. *Studies on meadow-chernozem carbonate soil have shown that long-term use of mineral fertilizers against the background of organic aftereffects provides an increase in grain yield of regionalized spring wheat variety Myronivska Yara by 1.73 t / ha. Yield and grain quality of spring wheat increase with the introduction of one and a half rates of mineral fertilizers against the background of organic aftereffects, with correspondingly high quality indicators: collection of protein 0.64 t / ha and collection of "raw" gluten 1.36 t / ha.*

Key words: *wheat, yield, fertilizers, dose, protein, "raw" gluten, variety, soil, crop rotation.*

Стаття відправлена: 19.01.22 р.
Кудрявицька А.М.©



RESEARCH OF CHANGES IN BIOCHEMICAL PARAMETERS DURING STORAGE IN APPLES

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ БІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ В ЯБЛУКАХ ПРИ ЗБЕРІГАННІ

Комоні Є. Й./Komonyi E.

PhD, доцент кафедри Біології та хімії/

PhD, docent, Department of Biology and Chemistry

ORCID: 0000-0001-5928-5408

Закарпатський угорський інститут імені Ференца Ракоці II,

площа Кошута, 6., 90202 Берегово, Закарпаття, Україна/

Ferenc Rákóczi II Transcarpathian Hungarian College of Higher Education,

Kossuth square, 6. 90202 Beregszász Transcarpathia, Ukraine

Анотація. У даній роботі наведено результати дослідження зміни біохімічних показників в резистентних (імунних): «Флоріна», «Райка», «Ребелла», «Реанда», «Фрідом» та нерезистентних (неімунних, звичайних): «Голден Делішес», «Джонаголд», «Чемпіон», «Айдаред», «Джонагоред» сортів яблук при зберіганні.

Результати показують, що резистентні сорти мали вищий вміст вільної (титрованої) кислоти, ніж неімунні сорти, як при збиранні, так і в кінці терміну зберігання за винятком неімунного сорту «Джонаголд». У резистентних сортів вміст кислоти на момент збирання становив від 0,54 до 0,68 г/100 г, тоді як у неімунних сортів він становив 0,32-0,67 г/100 г.

До кінця терміну зберігання резистентні сорти втратили 23-29,5% своєї кислоти в порівнянні з 38,5-51,4% втратою кислоти імунних сортів.

Найменший ступінь зниження вмісту вітаміну С (25%) зафіксовано у резистентного сорту «Ребелла», тоді як серед звичайних сортів: у «Флоріні» 31% та 34-34% у «Райки» та «Реанда». Найвищий ступінь зниження вітаміну С (38,8%) під час зберігання спостерігали у сорту «Фрідом». З звичайних сортів найкращим виявився «Джонаголд»: до кінця зберігання він втратив 30,7% вмісту вітаміну С, а найгіршим у цьому відношенні виявився сорт «Чемпіон» (46%).

Ключові слова: резистентні сорти яблук, зберігання яблук, біохімічні показники.

Вступ.

Біохімічний склад різних сортів яблук та його визначальні фактори давно вивчаються вітчизняними та зарубіжними дослідниками [1,2,3,4,5,11,12,15,17,18].

Авторами [3, 14] було помічено, що важливою характеристикою та показником якості сорту є вміст органічних кислот в яблуках. Кількість органічних кислот у яблуках залежить від сорту, її значення невисоке, але разом із кількістю загального цукру відіграє вирішальну роль у формуванні смаку сорту. Термін зберігання сортів яблук також в першу чергу є генетичною ознакою і залежить від кількості та пропорції хімічних інгредієнтів в яблуках. Найбільш інтенсивне розкладання проявляють кислоти, що приводить до зниження якості. Чим швидше відбувається розкладання кислоти, тим менший термін зберігання яблук [3, 14].

Одним із найважливіших джерел вітаміну С є яблука зимових сортів, оскільки вони можуть зберігатися протягом 5–10 місяців. Вміст аскорбінової кислоти (вітамін С) є природним антиоксидантом, і також зменшується під час зберігання яблук [1, 3].



Метою дослідження було виявлення вмісту і динаміки титрованих кислот та вітаміну С в різних сортах яблук в термін зберігання.

Матеріал і методи дослідження.

Сортові особливості плодів яблук досліджувались в умовах Закарпаття у Закарпатському угорському інституті ім. Ференца Ракоці II.

Для дослідження біохімічних показників нами було обрано 10 сортів яблунь: 5 резистентних (імунних, стійких до хвороб) і 5 нерезистентних (неімунних, звичайних) сортів.

Резистентні сорти :«Флоріна», «Райка», «Ребелла», «Реанда», «Фрідом».

Нерезистентні сорти: «Голден Делішес», «Джонаголд», «Чемпіон», «Айдаред», «Джонагоред». Кожна з яблунь стоїть на підщепі М9 і повного плодоношення досягла 3-4 роки тому.

Яблука збирали у характерний для сорту час дозрівання [6,13]. Оптимальний час збору, тобто ступінь стиглості яблук для тривалого зберігання, визначали за допомогою йод-крохмальним тестом [9]. Яблука зберігали при $+3^{\circ}\text{C}$ в холодильнику [10].

Для біохімічних тестів на вміст титрованих кислот та вітаміну С випадковим чином відібрали по 5-5 штук яблук з кожного сорту, які після очищення гомогенізували, готували необхідні екстракти та розчини.

Масову частку титрованих кислот визначали у перерахунку на яблучну кислоту. Для вимірювання вмісту вітаміну С у плодах використовували йодометричний метод [7,10,12,16]. Показники вмісту кислоти та вітаміну С вимірювались після збору врожаю та додатково ще 5 разів під час зберігання.

Результати, отримані під час дослідження резистентних і нерезистентних сортів яблуні, обговорюємо паралельно, порівнюючи їх між собою.

Результати дослідження.

Дослідженнями встановлено сортові відмінності у динаміки вмісту титрованих кислот (рис.1).

Зниження кислотності найшвидше відбувалося у нерезистентних сортів яблук «Джонагоред» і «Чемпіон». Також ці сорти показали найвищий ступінь зниження кислотності серед нерезистентних сортів: «Джонагоред» (53%) і «Чемпіон» (51,4%). Наприкінці дослідження ми також виміряли значне зниження кислотності в сорті «Голден Делішес» (47%). «Айдаред» показав зниження кислотності на 38,5%, а «Джонаголд» на 25,4% за той же період зберігання (рис.2).

Серед резистентних сортів яблуні швидкість зниження кислотності сорту «Райка» була майже такою ж, як і у нерезистентного сорту «Джонаголд».

У резистентних сортів «Флоріна», «Ребелла», «Реанда» та «Фрідом» більшу кислотну деградацію спостерігали в першій половині зберігання. У другій половині зберігання процес сповільнився, і в березні ми зафіксували у резистентних сортів 23-29,5% втрати кислоти, порівняно з 38,5-51,4% втратою у нерезистентних сортів (рис.2).

Динаміку зменшення вмісту вітаміну С в яблуках можна відстежувати на рисунку 3.

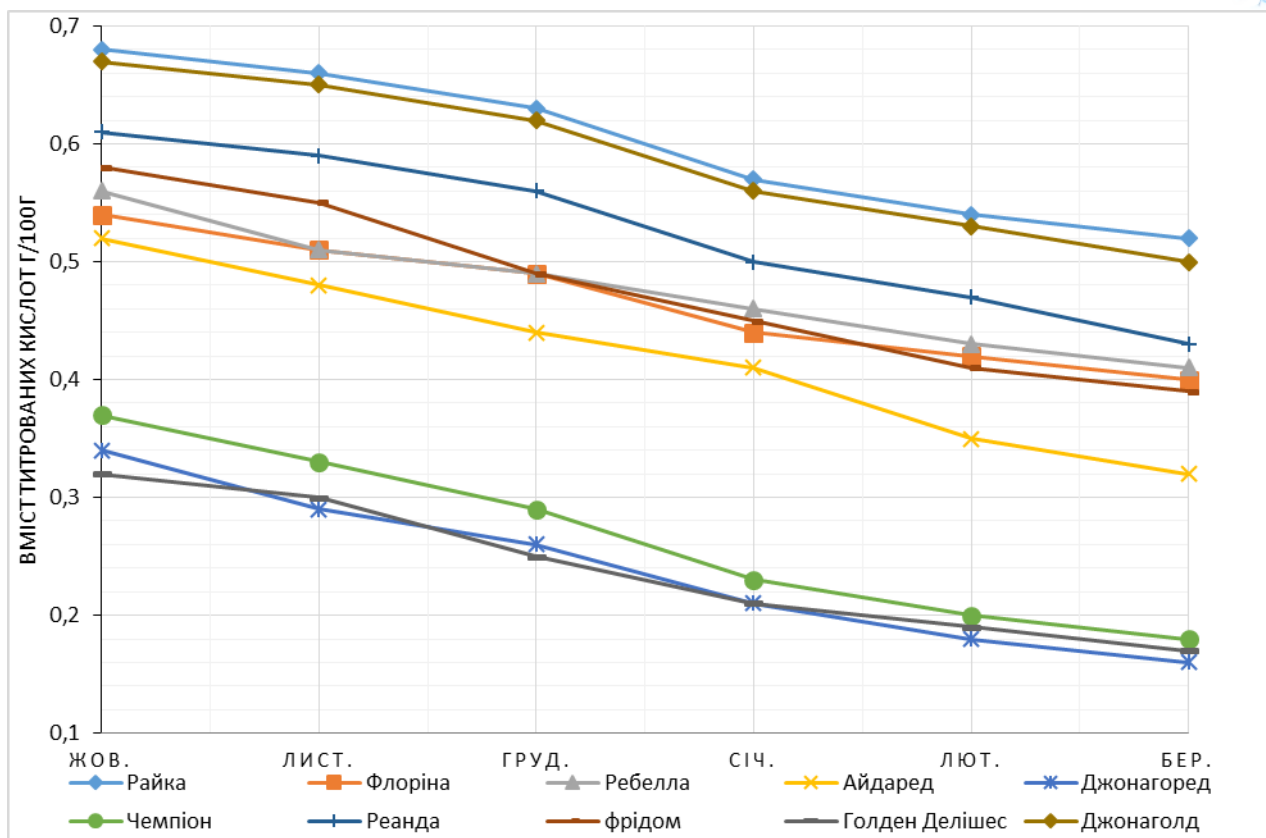


Рис.1 Динаміка вмісту титрованих кислот під час зберігання досліджуваних сортів яблук (авторська розробка).

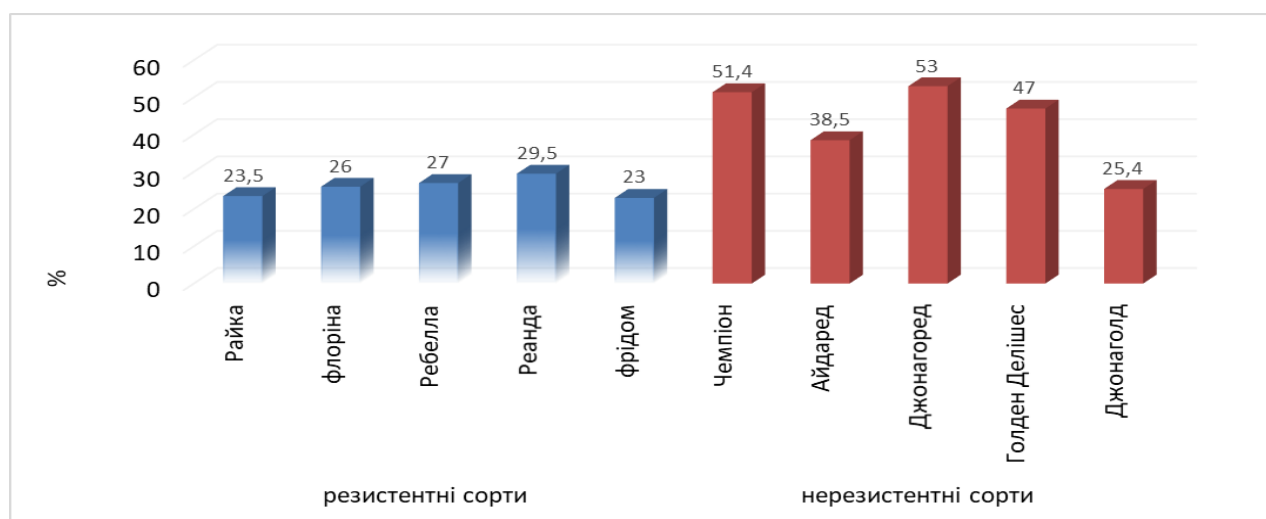


Рис.2 Ступінь зниження вмісту кислоти за період зберігання яблук (авторська розробка).

Встановлено, що після збору врожаю значення вмісту вітаміну С в яблуках становило 3,5-5,8 мг/100 г. Найвищий вміст вітаміну С виявили у резистентного сорту «Райка» (5,8 мг / 100 г). Подібне значення (5,6 мг / 100 г) було виміряно для сорту «Ребелла» і дещо нижчі, але майже однакові значення для інших трьох резистентних сортів: «Флорина» (4,5 мг / 100 г), «Реанда» (4,4 мг / 100 г), «Фрідом» (4,9 мг / 100 г). З нерезистентних сортів найбільше вітаміну С (4,7 мг / 100 г) вмістив сорт «Айдаред», а «Джонагоред» найменше (3,5 мг / 100 г).

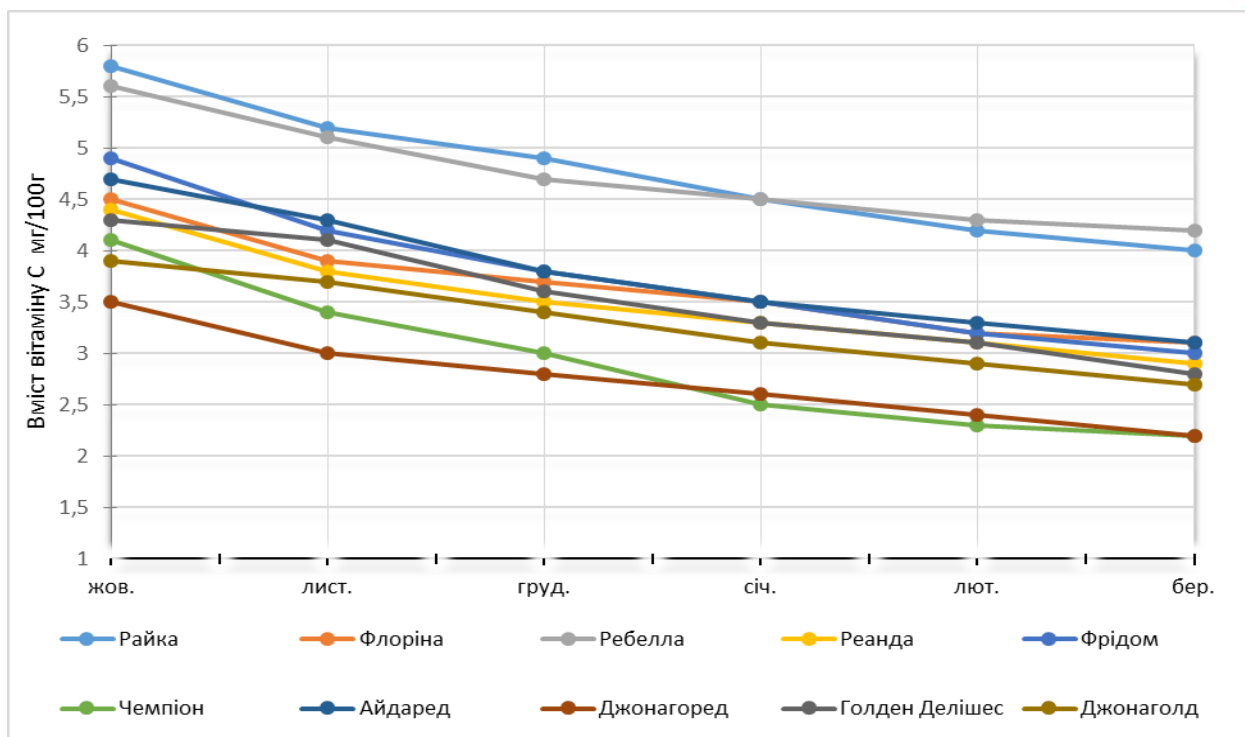


Рис.3 Динаміка вмісту вітаміну С під час зберігання досліджуваних сортів яблук (авторська розробка).

Також встановлено, що зниження вмісту вітаміну С в яблуках під час зберігання відбувалося повільніше, ніж вміст титрованих кислот. Ступінь зменшення вмісту вітаміну С в яблуках показано на рисунку 4.

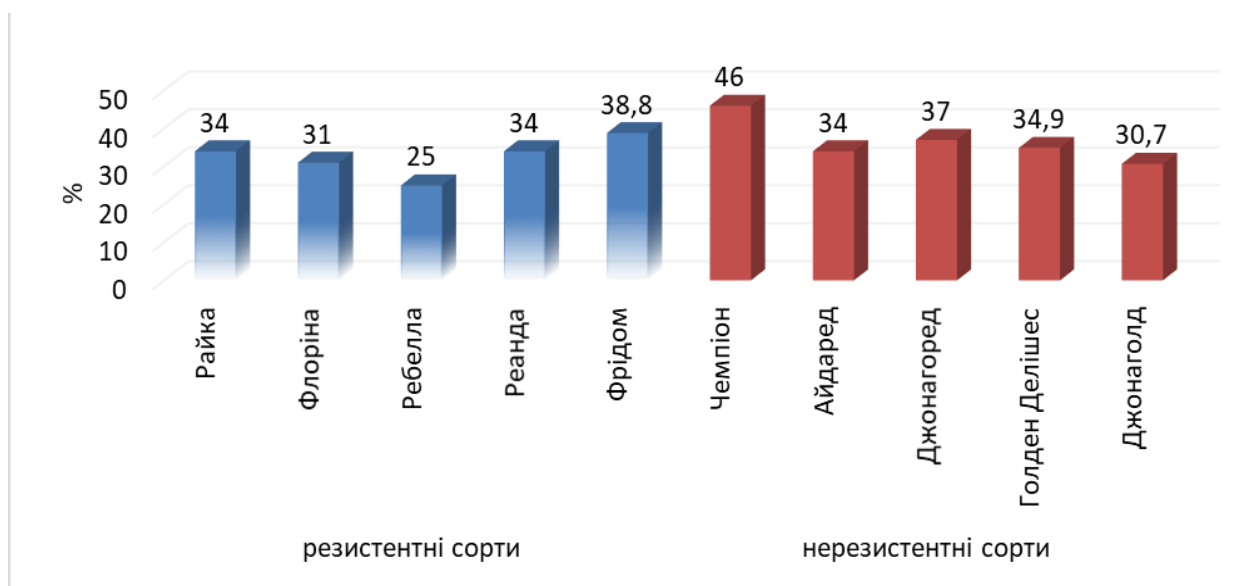


Рис.4 Ступінь зниження вмісту вітаміну С за період зберігання яблук (авторська розробка).

Найменший ступінь зниження вмісту вітаміну С (25%) відмічена у сорту «Ребелла», на 31% у сорту «Флоріна» та на 34-34% у сорту «Райка» та «Реанда».



Найвищий рівень розпаду вітаміну С (38,8%) спостерігався під час зберігання у сорту «Фрідом». З нерезистентних сортів найкращим виявився сорт «Джонаголд»: він втратив до кінця зберігання 30,7% вмісту вітаміну С, а найгіршим виявився – сорт «Чемпіон» (46%).

Висновки.

Різні сорти яблука під час дозрівання накопичують різну кількість органічної кислоти та вітаміну С.

Під час зберігання кількість титрованих органічних кислот і вітаміну С постійно зменшується, швидкість зменшення також залежить від сорту, що свідчить про різну придатність для зберігання сортів яблук.

Різне зниження кислотності, що свідчить про стан старіння яблук, відбулося в різний час для кожного сорту яблук.

Вміст вітаміну С знижується під час холодильного зберігання повільніше, ніж вміст титрованих кислот.

Біохімічні показники всіх резистентних сортів яблуні були подібними або в багатьох випадках вищими, ніж у нерезистентних сортів після збору врожаю та зберігання в холодильнику.

Тривале зберігання яблук у звичайних холодильних камерах не є економічним, оскільки спостерігається значне зниження якості. У таких камерах більшість сортів яблук без великих втрат можна зберігати лише до грудня-січня.

Обираючи сорт, слід враховувати не лише його продуктивність та технологічність, але й те, як сорт може зберігати характерні для нього біохімічний склад в певних умовах зберігання.

Спиок літератури:

1. Алабердыев Ю. Изучение химического состава яблок в зависимости от сорта и подвоя. Интенсификация садоводства и виноградарства в средней Азии / Ю. Алабердыев // Материалы научно-методического совещания САО ВАСХНИЛ. Ташкент, 1977. 69 – 99 с.

2. Арасимвич В.В., Василенко Е.Г. Особенности обмена веществ плодов пальметной яблони/ В.В. Арасимвич // Физиолого-биохимические особенности яблони с плоской формировкой кроны. - Кишинёв: Штиинца, 1975. - 77 - 84 с.

3. Bizjak J., Slatnar A., Stampar F., Veberic R. Changes in quality and biochemical parameters in “Idared” apples during prolonged shelf life and 1-MCP treatment // Food Sci.Technol. 2012. – Vol. 18. – 6. p. 569–577p.

4. Горячова О. О., Кайнаш А.П. Дослідження хімічного складу яблук різних помологічних сортів. / О. О. Горячова. Харчова наука і технологія. 2009. 4: 33-34 с.

5. Груз М. И. Биохимические изменения в плодах яблони в зависимости от условий выращивания. Научные основы хранения плодов, овощей и картофеля в Лесостепи и Полесье УССР / М.И. Груз// Научные труды УСХА. Киев, Академия, 1975. 160: 21-25 с.

6. Danyar S. Determination of the best harvesting time for Braeburn, Gala and Fuji apple cultivars in Iran / S. Danyar, R. Dastjerdi, D. Hassani // 6th international



Postharvest symposium. (Antalya, 08-12 April 2009), 227 p.

7. Ермаков А.И., Арасимович В.В. Методы биохимического исследования растений/ А.И. Ермаков.,В.В Арасимович - Л.: Агропромиздат, 1972.- 456 с.

8. Криворот, А. М. Хранение плодов: опыт и перспективы / А. М. Криворот. - Минск : Полибиг, 2001. - 215 с.

9. Кожина, Л. В. Определение степени зрелости яблок по йодкрахмальной пробе / Л. В. Кожина, Д. В Акишин, Е. В. Кузина: Методическое пособие / Мичуринский государственный аграрный университет. – Мичуринск - Научкоград РФ, 2011. – 14 с.

10. Кривенцов В. І. (1989): Методичні рекомендації по аналізу плодів на біохімічний склад. Ялта: Кримсоюзпечать, 1989. 22 с.

11. Lakatos L., Szabó T., Sun Z., Soltész M., Szabó Z., Dussi M.C., Nyéki J. The role of meteorological variables of blossoming and ripening within the tendency of qualitative indexes of sour cherry. International Journal of Horticultural Science, 2010.16 (1):7–10 p.

12. Мельничук О.А. Біохімічний склад плодів яблуні – К.: Преса України, 2012. – 117 с.

13. Причко Т.Г. Определение съемной зрелости яблок. Садоводство и виноградарство, 1995.7: 12-13 с.

14. Причко Т.Г. Сорта яблок с высокой биологически обусловленной лежкостью. Научные основы устойчивого садоводства в России. Мичуринск, 1999. 219-221 с.

15. Павел А.Р. Биохимическая характеристика и товарные качества плодов новых иммунных к парше сортов яблони селекции ВНИИСПК. Издательство ОрелГАУ, 2007. - 23 с.

16. Harker F.R., Marsh K.B., Young H., Murray S.H., Gunson F.A., Walker S.B. Sensory interpretation of instrumental measurements 2: Sweet acid taste of apple fruit. April 2002; Postharvest Biology and Technology 24(3):241-250 p.

17. Шабалина А.М. О связи некоторых показателей химического состава плодов яблони с погодными условиями. / Шабалина А..М.. // Бюллетень Главного Ботанического сада. М.: Наука, 1979. 112.-60-66 с.

18. Шевчук Л.М. Особливості формування якості плодів яблуні у Південному Поліссі України. Автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.07 / ІСУААН. –Київ, 2003. -18 с.

Abstract. The aim of the study was to identify the content and dynamics of titrated acids and vitamin C in different varieties of apples during storage

This work presents the results of a research of changes in biochemical parameters in resistant (immune): "Florina", "Rayka", "Rebella", "Reanda", "Freedom" and non-resistant (non-immune, conventional): "Golden Delicious", "Jonagold", "Champion", "Idared", "Jonagored" apple varieties during storage. The researched apple varieties are of great economic importance in Transcarpathia.

The results show that resistant apple varieties had a higher content of free acid than non-resistant varieties, at harvest and at the end of the storage, except for the non-resistant variety "Jonagold". In resistant varieties, the acid content at the time of harvest was from 0.54 to 0.68 g / 100 g, while in non-resistant varieties it was 0.32-0.67 g / 100 g. By the end of storage, resistant



varieties have lost 23-29.5%, non-resistant varieties have lost 38.5-51.4% of their acid. This may indicate better storage of resistant apple varieties.

The lowest degree of reduction of vitamin C content (25%) we observed in the resistant variety "Rebella". Of the non-resistant varieties, "Florina" (31%), "Reanda" (34%) and "Rayka" (34%) showed the lowest values. The highest degree of reduction of vitamin C (38.8%) during storage we observed in the variety "Freedom". Of the non-resistant varieties, "Jonagold" was the best: by the end of storage, it had lost 30.7% of its vitamin C content, and the worst was Champion (46%).

After reaching the maximum quality, the content values of the stored fruits decreased, their quality has deteriorated.

These changes are related to the genetic characteristics of the variety, the conditions and length of storage.

Key words: resistant apple varieties, during storage, biochemical parameters.

Стаття відправлена: 19.01.2022 р.
© Комоні Є.Й.



УДК 631.53.01:631.56

**INFLUENCE OF SEED INJURY TYPES ON THEIR RESPIRATION
INTENSITY DURING STORAGE**
**ВЛИЯНИЕ ТИПОВ ТРАВМ СЕМЯН НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ИХ ДЫХАНИЯ В
ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ**

Grinenko L. I. / Гриненко Л. И.
st. / студент

Novytska N. V. / Новицкая Н. В.
d.a.s., as. prof. / д. с-х. н., доц.
ORCID: 0000-0002-7645-4151

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kyiv, str. Heroes Oborony, 15, 03027*

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,
Киев, ул. Героев Обороны 15, 03027*

Martynov A. N. / Мартынов А. Н.
res. / науч. сотрудник

*Ukrainian Institute for Plant Variety Examination,
Kyiv, str. General Rodimtsev, 15, 02000*

*Украинский институт экспертизы сортов растений,
Киев, ул. Генерала Родимцева, 15, 02000*

Аннотация. Приведены результаты изучения интенсивности дыхания целых и травмированных семян сои, кукурузы и пшеницы твёрдой. Установлено, что неповреждённые семена сои с высоким содержанием жиров дышат интенсивнее, чем крахмалосодержащие злаковые. У травмированных семян злаковых культур наибольшей интенсивностью дыхания обладают семена с микроповреждениями зародыша, у бобовых – с микро- и макротравмами семядолей. После 24 месяцев хранения интенсивность дыхания семян увеличивалась в несколько раз, в особенности у повреждённых семян.

Ключевые слова: семена, травмирование, дыхание, интенсивность, проращивание, хранение.

Вступление.

Физиологически зрелые семена постепенно теряют влагу, становятся воздушно-сухим, и в таком состоянии могут долго сохранять жизнеспособность. Внешне семена кажутся безжизненным, но они по-прежнему остаются живым организмом, который реагирует на действие факторов окружающей среды, хотя и с меньшей энергией [3]. В семенах в период покоя происходит обмен веществ, и жизненные функции не прекращаются, а только сводятся к крайнему минимуму. Интенсивность обмена веществ в семенах и наиболее ярко выраженным их свойством является дыхание. Оно наилучшим образом характеризует их состояние, сущность и уровень физиологических процессов, протекающих в семенах [1].

Дыхание можно определить как процесс, который протекает в каждой живой клетке, и ведет к высвобождению энергии. В процессе нормального дыхания высвобождение энергии связано с поглощением кислорода, расходом органического вещества и выделением углекислого газа и воды. Дыхание



семян – внутренний процесс, но его характер и интенсивность зависят от окружающих условий. Дыхание изменяется в зависимости от внутреннего состояния клеток семени, от анатомии семян и от факторов внешней среды – влажности, температуры воздуха, наличия микроорганизмов и т.д.

На процесс дыхания семян оказывают влияние разного рода нарушения анатомического и физиологического характера, которые происходят не только во время хранения, но и при выращивании и особенно – уборке семян. Влажные и повреждённые семена дышат интенсивнее, что может вызвать самосогревание семенных масс. Самосогревание вызывается не только интенсивным дыханием семени, но и развитием микроорганизмов, выделяющих большое количество тепла. Пагубность действия самосогревания на семена обусловлена не только высокой температурой, но и токсичными выделениями патогенной микрофлоры, которые резко снижают всхожесть семян [2, 4]. С учётом процессов дыхания семян организуют правильное их хранение, устанавливают нормы реальных потерь при хранении. Поэтому исследования, связанные с дыханием семян, имеют не только теоретическое, но и большое практическое значение.

В практике исследований интенсивность дыхания определяют по количеству выделенного углекислого газа или поглощенного кислорода в мл или мг, которое выделяется в данных условиях навеской семян (100 или 1000 г семян на абсолютно сухую массу) в течении 24 часов.

Условия и методы исследования.

Лабораторные исследования по изучению интенсивности дыхания семян полевых культур проводили в биохимической научно-исследовательской лаборатории «Аналитические исследования в растениеводстве» кафедры растениеводства Национального университета биоресурсов и природопользования Украины. В исследованиях использовали целые и травмированные семена сои сорт Аннушка, пшеницы твёрдой сорт Изольда и кукурузы гибрид Сплэндис (ФАО 250), выращенные на полях кафедры растениеводства в опытном хозяйстве НУБиП Украины «Агрономическая опытная станция». Интенсивность дыхания семян определяли с помощью респираторного прибора И. М. Толмачева и титрованного раствора барита $Ba(OH)_2$, который поглощает углекислый газ, выделяемый семенами. Опыт проводили при температуре 20-22 °С. Вычисления интенсивности дыхания по количеству поглощенного кислорода единицей биомассы за единицу времени проводили по формулам, приведенным в практикуме по физиологии растений [5].

Результаты исследований и их обсуждения.

Опытами установлено, что семена различных культур при одной влажности и одинаковых окружающих условиях дышат с разной интенсивностью. В частности, самой высокой энергией дыхания в группе неповреждённых обладали семена с высоким содержанием жиров, в частности семена сои, среди крахмалосодержащих злаковых семена кукурузы дышали интенсивнее, чем пшеницы.



Опытами установлено, что травмированные семена полевых культур дышат значительно интенсивнее, чем целые (табл.). У бобовых культур (соя) при повреждении семенной оболочки кислород получает доступ к внутреннему содержанию семян и развивается усиленный дыхательный процесс. Особенно активизируется дыхание при доступе кислорода к семядолям в результате их повреждения. Следует отметить, что на интенсивность дыхания семян влияет как место возникновения травм, так и степень повреждения. Семена с микро- и макротравмами семядолей характеризовались наибольшей интенсивностью дыхания. В частности, неповреждённые семена сои поглощали 1,9 мл кислорода на 100 г сухого вещества в сутки; с травмированными оболочками – в пределах 2,4-2,6 мл кислорода на 100 г сухого вещества в сутки; с повреждёнными семядолями – 4-8 мл кислорода соответственно.

Таблица – Влияние травмирования семян на интенсивность дыхания (поглощение O_2 в мл на 100 г сухого вещества)

Типы травмирования семян	В начале хранения			После 24 месяцев хранения		
	сухие семена	после двухчасового намачивания в воде	после суточного проращивания	сухие семена	после двухчасового намачивания в воде	после суточного проращивания
Соя						
Неповреждённые семена (контроль)	1,9	34,2	142,7	2,2	51,4	406,3
Макротравмы семенной оболочки	2,4	41,2	175,3	2,8	57,9	447,5
Макротравмы семядолей	4,0	51,4	403,6	5,6	73,2	658,8
Микротравмы семенной оболочки	2,6	44,2	195,6	3,7	61,3	469,3
Микротравмы семядолей	7,9	64,8	476,5	8,8	90,5	674,1
Кукуруза						
Неповреждённые семена (контроль)	1,1	13,6	103,5	2,0	38,6	325,5
Внутренние трещины	2,3	17,5	122,5	2,5	45,1	366,8
Макротравмы эндосперма	2,8	29,4	247,2	5,0	60,4	577,9
Микротравмы эндосперма	2,5	19,8	160,1	3,6	48,5	388,5
Микротравмы зародыша	5,6	35,1	295,9	7,3	77,9	593,3
Пшеница твёрдая						
Неповреждённые семена (контроль)	0,6	14,4	64,3	1,3	24,2	206,1
Микротравмы эндосперма	1,4	18,3	83,3	1,9	26,0	223,2
Макротравмы эндосперма	1,6	20,2	90,9	2,9	30,4	282,7
Микротравмы зародыша	1,9	20,7	108,0	4,7	40,1	362,9
Макротравмы зародыша	3,6	25,9	126,7	5,9	46,8	416,0



У кукурузы и пшеницы твёрдой, исходя из данных таблицы, наибольшей интенсивностью дыхания обладали семена с микро- и макротравмами зародыша. Газообмен таких семян был в 5-7 раз больше, чем у неповреждённых. Микротравмы эндосперма у семян кукурузы увеличивали интенсивность дыхания более чем в 1,5 раза, почти такое же увеличение давали и внутренние трещины, хотя казалось бы, что они не должны изменять процесс дыхания, поскольку оболочки семян оставались целыми. Однако в этом случае внутренние трещины создают лучшие условия для контакта кислорода с поверхности эндосперма.

Спустя сутки после начала проращивания дыхания проходит во много десятков раз интенсивнее, чем в покоящихся семенах. Это говорит о том, что процесс дыхания бурно протекает с начала деления и роста клеток семян. Прорастающие неповреждённые семена сои поглощали 142,7 мл кислорода на 100 г сухого вещества в сутки, повреждённые – от 175,3 до 476,5 мл кислорода на 100 г сухого вещества в сутки в зависимости от степени и места возникновения травм. Целые семена кукурузы при прорастании поглощали 103,5 мл кислорода, повреждённые – от 122,5 до 295,9 мл кислорода; пшеницы: целые – 64,3 мл кислорода, повреждённые – от 83,3 до 126,7 мл кислорода на 100 г сухого вещества в сутки в зависимости от степени и места возникновения травм.

При длительном хранении целых, и в особенности травмированных, семян интенсивность их дыхания увеличивается в 2-2,5 раза и достигала: 674,1 мл кислорода на 100 г сухого вещества в сутки у семян сои, 593,3 мл и 416,0 мл кислорода на 100 г сухого вещества в сутки у семян кукурузы и пшеницы твёрдой.

Заключение и выводы.

Установлено, что неповреждённые семена сои с высоким содержанием жиров дышат интенсивнее, чем крахмалосодержащие злаковые. У травмированных семян злаковых культур наибольшей интенсивностью дыхания обладают семена с микроповреждениями зародыша, у бобовых – с микро- и макротравмами семядолей. Следует иметь в виду, что интенсивность дыхания семян является суммарным показателем процесса дыхания и деятельности микроорганизмов, населяющих семена массы. Интенсивность дыхания при хранении увеличивается в основном вследствие того, что на старых семенах развивается большое количество плесени и других патогенных микроорганизмов. После 24 месяцев хранения интенсивность дыхания семян увеличивалась в несколько раз, в особенности у повреждённых семян.

Литература:

1. Григоровська М. Прислухайтесь до дихання насіння. *Сільські новини*, П'ятниця, 21.09.2012. URL: <http://silskinovyny.com/gospodar/item/1416-prisluhaytes-do-dihannya-nasinnya.html?tmpl=component&print=1>
2. Доктор Н. М., Новицкая Н. В. Интенсивность дыхания семян в зависимости от травмирования. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2017. № 7 (153). С. 78–82.



3. Новицька Н. Інтенсивність дихання насіння сої залежно від травмування. Перспективи і напрями розвитку галузей АПК і підвищення ефективності наукового забезпечення агропромислового виробництва: IV Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених. м. Тернопіль, 18-19 вересня 2014 року: тези доповіді. Тернопіль, 2014. С. 76–79.

4. Макрушин М. М. Насіннезнавство польових культур. К. : Урожай, 1994. 208 с.

5. Фізіологія рослин: практикум / О. В. Войцехівська, А.В. Капустян, О.І. Косик та ін. За заг.ред. Т.В. Паршикової. Луцьк: Терен, 2010. 420 с.

Abstract. In article shown the results of the study of respiration rate whole and damaged soybean seeds, corn and durum wheat. It was found that the undamaged soybean seeds with high oil content breathe harder than starchy cereals. At damaged cereals seeds highest intensity of respiration have seeds with micro damages embryo, legumes – with a micro and macro damages cotyledons. After 24 months of storage, the respiration rate of seeds was increased in several times, especially in the damaged seeds.

Key words: seeds, damaging, breathing rate, germination, storage.

Стаття отправлена: 20.01.2022 г.

© Новицкая Н. В.



UDC 631.5:633.2/.3

PRODUCTIVITY OF ANNUAL BEAN-CEREAL GRASS MIXTURES DEPENDING ON TECHNOLOGICAL FEATURES OF GROWING

Svystunova I.,*Ph.D., associate professor,***Pravedniyi V.,***student,***Kos N.,***Ph.D., associate professor,**National university of life and environmental sciences of Ukraine, Kyiv***Poltoretskyi S.,***d. a. s., professor,**Uman national university of horticulture, Uman, Ukraine***Hudoliy L.,***researcher, k.a.s.,***Lashuk S.,***Researcher,**Ukrainian institute for plant varieties examination, Kiev, Ukraine***Hudz N.,***Ph.D., researcher,**Institute of Veterinary Medicine of the NAAS of Ukraine, Kyiv*

Abstract. The results of research on the influence of technology elements on the formation of forage productivity of mixed crops of legumes and cereals are presented. It was found that for the cultivation of mixed crops of spring triticale and field peas, it is advisable to grow them in a ratio of 60:40 % with the application of fertilizers in the rate of $N_{30}P_{45}K_{45}$, which allows to obtain feed with the highest feed unit digestible protein – 171 g.

Key words: spring triticale, field peas, protein, feed nutrients.

Introduction.

Providing the population with high-quality food in sufficient quantities is the most important task of the agro-industrial complex. The solution of this problem significantly depends on the development of the livestock industry, the efficiency of which depends on the availability of a sufficient amount of complete feed - in the structure of costs for the production of livestock products, they occupy 50-60% [3].

One of the ways to solve this problem is to grow legumes and cereal mixtures of annual crops for green fodder on arable land. Such mixtures have many advantages over single-species crops. First of all - increased nutritional value of feed due to the high content of digestible protein in legume plants. Therefore, increasing the production of quality feed from legumes and cereal mixtures of annual forage crops allows you to balance concentrated feed for protein and essential amino acids [1, 3]. In addition, the creation of mixed crops increases the productivity of photosynthesis and more efficient use of soil fertility, which, moreover, is enriched with biological nitrogen due to its fixation by tuberculous bacteria of legumes from the atmosphere [2]. The increase in the productivity of legume-cereal grass mixtures is largely due to the reasonable selection of species and varieties of legumes and cereals, taking into account their genetic features of growth and development [5].

The purpose of the research is to identify the peculiarities of green mass yield



formation by mixed crops of spring triticale with field peas depending on the sowing norms of grass mixture components and norms of mineral fertilizers application.

Materials and methods of research. Field experiments were conducted during 2020-2021 in the fields of PAE "Shevchenkivske", which is located in the Kyievo-Sviatoshynskyi district of Kyiv region on sod-podzolic soil.

In these experiments, varieties of annual crops were studied: triticale spring variety Bulat Kharkiv (originator – Plant Production Institute nd. a. V. Ya. Yuryev of NAAS of Ukraine), field peas Nadiya Podillya (originator – Institute of Feed Research & Agriculture of Podillya NAAS of Ukraine).

The experiment was carried out according to the scheme: Factor A – seeding rates, % (1. Spring triticale, 100; 2. Field peas, 100; 3. Spring triticale, 50 + field peas, 50; 4. Spring triticale, 60 + field peas, 40 5. Spring triticale, 70 + field peas, 30); Factor B – norms of mineral fertilizers, kg / ha, a.s.: 1. Without fertilizers (control); 2. N₃₀; 3. N₆₀; 4. N₃₀P₄₅K₄₅. Predecessor – corn for silage.

The sowing rate of peas and spring triticale for sowing in net crop, respectively, 2.0 and 5.0 million / ha of germination seeds. Cultures in mixed crops were sown in the usual row method in one row.

Research results and their discussion.

In order to obtain feeds balanced in terms of protein and carbohydrates, as well as to improve nitrogen nutrition of crops and preserve soil fertility, many scientists suggest growing mixed agrophytocenoses from legumes and cereals, including with different ratios of components [1, 2].

In addition, the issue of studying the characteristics of annual legumes and cereals to agroecological conditions of their cultivation, identifying the basic patterns of formation of feed agrophytocenoses, development of effective ways to manage their productivity based on reasonable selection of species in grass mixtures, rates and doses of fertilizers [1,3].

According to the results of our research, it was found that the collection of feed units from single-species crops of spring triticale on the unfertilized variant was 4.25 t / ha, while for N₃₀ and N₆₀, respectively, 4.91 and 4.93 t / ha, and the largest collection of feed units was obtained by applying complete mineral fertilizers in the norm N₃₀P₄₅K₄₅ – 5.51 t / ha (tabl).

Under the conditions of sowing of spring triticale and field peas in the mixture, the largest collection of feed units – in the range of 4.00-4.52 t / ha was obtained for sowing of these components with seeding rates of 60:40 %. The maximum yield of feed units per hectare – 4.52 t / ha was obtained by applying only nitrogen fertilizers at a dose of N₆₀.

Under the conditions of sowing of spring triticale and field peas with norms of 50% of sowing norms of these crops in single-species crops, the collection of feed units was 3.80-4.26 t / ha. The most productive at this sowing rate were mixed crops of legumes and cereals with the application of nitrogen fertilizers at a dose of N₃₀ – 4.27 t / ha. Under sowing conditions with a seeding rate of 70:30 %, the collection of feed units was 3.44-4.35 t / ha, including in the absence of fertilizer – 3.44 t / ha, with the application of only nitrogen fertilizers – 4.21-4.35 t / ha, for the application of complete mineral fertilizer in the norm N₃₀P₄₅K₄₅ – 4.20 t / ha.



Feed productivity of mixed crops of spring triticale and field peas, depending on technological factors of cultivation, on average for 2020-2021.

Species composition and seeding rate of components, %	Fertilizer rate	Collection of feed units, t / ha	Collection of digestible protein, t / ha	Provision of feed unit with digestible protein, g
Spring triticale, 100	No fertilizers	4,25	0,38	90
	N ₃₀	4,91	0,46	95
	N ₆₀	4,93	0,51	104
	N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅	5,51	0,57	104
Field peas, 100	No fertilizers	3,68	0,55	153
	N ₃₀	3,98	0,70	176
	N ₆₀	4,23	0,76	180
	N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅	4,20	0,80	191
Spring triticale, 50 + field peas, 50	No fertilizers	3,80	0,48	127
	N ₃₀	4,27	0,66	155
	N ₆₀	4,26	0,67	158
	N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅	4,24	0,69	169
Spring triticale, 60 + field peas, 40	No fertilizers	4,00	0,49	124
	N ₃₀	4,47	0,69	155
	N ₆₀	4,52	0,70	156
	N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅	4,49	0,76	171
Spring triticale, 70 + field peas, 30	No fertilizers	3,44	0,43	125
	N ₃₀	4,21	0,61	145
	N ₆₀	4,35	0,67	155

The yield of crude protein, as well as feed units, significantly depended on the level of fertilizer and seeding rates of components. During sowing of spring triticale in a single-species crop, the yield of digestible protein was 0.38-0.57 t / ha. The minimum values for this indicator – at the level of 0.38 t / ha, were observed in the absolute control, the maximum – 0.57 t / ha for the application of complete mineral fertilizers in the norm N₃₀P₄₅K₄₅.

Under the conditions of sowing spring triticale and field peas in mixed crops, the collection of digestible protein varied in the range of 0.48-0.68 t / ha. Interestingly, under sowing conditions on an unfertilized background, a lower yield of digestible protein was observed in the variants where field peas were sown with the lowest seeding rate – 30%, and spring triticale with the highest – 70%. Under the conditions of sowing of cereals and legumes with sowing rates, respectively, 50:50 and 60:40% protein yield was almost at the same level – 0.48-0.49 t / ha.

The nutritional value of plant biomass of mixtures of spring triticale with field peas is determined by the provision of the feed unit with digestible protein. Increasing the application of mineral fertilizers leads to an increase in the harvest of digestible protein and improve the supply of feed. The highest efficiency of nitrogen fertilizers was observed in single-species sowing of field peas, where the collection of digestible protein was 0.70-0.80 t / ha with a content in one feed unit of 176-191 g.

Provision of one feed unit of feed obtained from single-species crops of spring triticale in unfertilized areas was 90 g, for application of nitrogen fertilizers – 95-104



g, for application of complete mineral fertilizer in the norm $N_{30}P_{45}K_{45}$ – 104 g. The supply of the feed unit of its green mass with digestible protein only approached the level of the zootechnical norm, however, did not correspond to it.

We found that sowing spring triticale in a mixture with field peas in unfertilized areas, the collection of digestible protein, compared to single-species crops of cereals increased by 12.7-28.1%, so increased the supply of fodder unit digestible protein – up to 125-171 g.

Under the conditions of sowing cereal and legume components with half sowing rates, the feed unit's digestible protein supply, even in the unfertilized version, corresponded to the zootechnical norm and amounted to 127 g. With the application of complete mineral fertilizer the supply of feed unit was 169 g. With the sowing of field peas in the norm of 30% and the application of $N_{30}P_{45}K_{45}$ the supply of feed unit with digestible protein was 165 g. Under the conditions of cultivation on the same agricultural background, but sowing the legume component in the norm of 40%, the values of this indicator were the highest and amounted to 171 g. In addition, it was found that when sowing cereals and legumes with norms, respectively, 50:50 and 60:40 % application of different doses of nitrogen fertilizers did not have a significant impact on the supply of the feed unit with digestible protein. Thus, the best provision of the feed unit with digestible protein – at the level of 171 g, was observed in the variant where triticale and field peas were sown with seeding rates of 60:40% and complete mineral fertilizer was applied in the norm of $N_{30}P_{45}K_{45}$.

Conclusions.

Under the conditions of growing mixed crops of spring triticale and field peas, it is advisable to grow them in a ratio of 60:40% against the background of $N_{30}P_{45}K_{45}$, which allows to obtain feed with the highest supply of feed unit digestible protein – 171 g.

Bibliography:

1. Квітко Г.П., Гетман Н.Я. Оцінка кормової продуктивності сумішей однорічних культур при конвеєрному виробництві зелених кормів. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2009. Вип. 52. С.115-119.
2. Оліфорович В.О. Бобово-злакові травосумішки – основа виробництва якісних високобілкових кормів на схилових землях. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 61. С. 118-122.
3. Петриченко В.Ф., Квітко Г.П., Гетман Н.Я. Агробіологічні підходи до інтенсифікації польового кормовиробництва в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2008. Вип.60. С.56-61.
4. Прыгунов В.А. Однолетние травы в зеленом конвейере. *Кормопроизводство*. 2014. №3. С.12-14.
5. Чернецька С.Г. Динаміка наростання висоти рослин тритикале та вики ярої при сумісному вирощуванні. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. Львів, 2017. Вип. 56. Част. II. С. 100-107.

© Svystunova I., Pravedniyi V., Kos N.,
Poltoretskyi S., Hudoliy L., Lashuk S., Hudz N.



UDC 635.35:641.1

NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL VALUE OF CAULIFLOWER

Voitsekhivskiy V.,*Ph.D., associate professor***Maister A.,***Student,***Matvienko A.,***Ph.D., associate professor,**National university of life and environmental sciences of Ukraine, Kiev***Slobodyanik G.,***Ph.D., associate professor,**Uman national university of horticulture, Uman, Ukraine***Muliarchuk O.,***Ph.D., associate professor,**Higher educational institution «Podillia State University», Ukraine***Balitska L.,***Researcher,**Ukrainian institute for plant varieties examination, Kiev***Konakh V.,***PhD., assistant professor,**Bogomolets National Medical University, Kiev***Horbatiuk S.,***PhD., assistant professor,**Vinnitsa national medical university named after. M.I.Pirogov*

Annotation. The results of the analysis of valuable nutrients of cauliflower are presented. Significant influence of hybrid features on the formation of individual valuable nutrients is revealed. The most valuable hybrids are selected according to the studied indicators.

Key words: cauliflower, biochemical composition, hybrid.

Introduction.

Cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) belongs to the family Brassicaceae and it is used in most cuisines of the world. This variety of cabbage is one of the most common vegetable crops in the world, which is grown on an area of over 400 thousand hectares. World production exceeds 25.8 million tons. The main producers of this vegetable are China and India (73%) of world production, and only 0.4-1.3 million tons – the United States, Mexico and European countries. There is a growing demand for fresh and processed products in China, Europe and the United States [1,2,4,5].

Currently, among cabbage vegetables, it ranks second after white cabbage in vegetable growing in Ukraine. Its wide distribution is due to high taste and dietary qualities, variety of assortment by maturity groups, as well as color (from snow white, cream to yellow and even purple). This culture can be effectively grown in all regions of Ukraine [1, 2].

In terms of nutrient content, taste and absorption exceeds all types of cabbage. The edible part is quite low in sugars, but there is easily digestible protein, tender fiber and a number of vitamins. Of the minerals in cauliflower, potassium predominates, in much smaller quantities phosphorus, calcium, sodium, magnesium, as well as iron and sulfur (table). The other part consists of biologically active



substances, in particular vitamins [2, 7].

The content of some biologically active substances in cauliflower

Content of valuable nutrients in 100 g of raw mass	
Vitamins	Minerals
Ascorbic acid – 48.2 mg Thiamine – 0.05 mg Riboflavin – 0.06 mg Niacin – 0.51 mg Choline – 44.3 mg Pantothenic acid – 0.67 mg Pyridoxine – 0.18 mg Folate – 57 mcg Lutein + Zeaxanthin – 1 mcg Alpha-tocopherol – 0.08 mg Phylloquinone – 15.5 mcg	Calcium – 22 mg Iron – 0.42 mg Magnesium – 15 mg Phosphorus – 44 mg Potassium – 299 mg Sodium – 30 mg Zinc – 0.27 mg Copper – 0.039 mg Manganese – 0.155 mg Selenium – 0.6 mcg Fluorine – 1 mcg
Fatty acids	Amino acids
Saturated – 130 mg Capric – 18 mg Pentadecanoic – 2 mg Palmitic – 93 mg Heptadecanoic – 1 mg Stearic – 9 mg Arachinic – 3 mg Behenic – 2 mg Lignoceric – 2 mg Monounsaturated – 34 mg Myristoleic – 2 mg Palmitoleic (omega-7) 3 mg Oleic (omega-9) – 27 mg Nervonic (omega-9) – 2 mg Polyunsaturated – 31 mg Linoleic (omega-6) – 16 mg Alpha-linolenic (omega-3) – 15 mg	Alanine – 116 mg Aspartic acid – 177 mg Arginine – 86 mg Valine – 125 mg Histidine – 56 mg Glycine – 71 mg Glutamic acid – 257 mg Isoleucine – 71 mg Leucine – 106 mg Lysine – 217 mg Methionine – 20 mg Proline – 71 mg Serine – 86 mg Tyrosine – 51 mg Threonine – 76 mg Tryptophan – 20 mg Phenylalanine – 65 mg Cystine – 20 mg

It exceeds all types of cabbage in terms of nutrients, taste and digestibility. The edible part is quite low in sugars, but there is easily digestible protein, tender fiber and a number of vitamins. As for the minerals in cauliflower, potassium predominates here, in much smaller quantities phosphorus, calcium, sodium, magnesium, as well as iron and sulfur (table). The other part consists of biologically active substances, in particular vitamins [2, 7].

By eating this vegetable, we get a great wealth of valuable nutrients that help lower cholesterol in our body and a very useful value – they are strong antioxidants [2,7]. Cauliflower contains sulforaphane, which has a number of healing properties and is a promising chemoprophylactic agent not only against various cancers such as breast, prostate, colon, skin, lungs, stomach and bladder, but also in cardiovascular disease and diabetes [4, 8]. Vegetables are used for soups, salads in fried and stewed form, as well as in canned form [2, 3].



The aim of our research was to conduct a comparative evaluation of different cauliflower hybrids for nutritional and biological value.

Research materials and methods.

The research was conducted at the department of storage, processing and standardization of plant products named after professor B.V. Lesik NULES of Ukraine, the UIPVE, department of vegetable growing UNUH, department of horticulture and viticulture PSU and data from specialized farms of Ukraine. The main most common hybrids of Dutch selection were taken for analysis. The most valuable samples were determined by ranking the studied indicators with the assignment of conditional points. Tests of samples were performed according to generally accepted methods [6, 5, 9].

Results and their discussion.

The content of individual components of the biochemical composition is quite variable in the studied crops. It should be noted that the chemical composition of vegetables depends on soil and climatic conditions, variety, physiological condition, efficiency of post-harvest processing, conditions and duration of storage and transportation. The products were harvested at a technical level of ripeness and met current standards (SSTU 3280-95 Fresh cauliflower. Specifications; UNECE SSTU FFV-11 : 2007 Cauliflower. Guidelines for supply and quality control). The vegetables were fresh, clean, in optimal turgor condition, which provides high marketability and suitability for transportation and temporary storage.

Dry matter (DM) partially affects the mechanical structure, strength and suitability for processing. The formation of this indicator depends on a set of factors. The average value of DM for the studied hybrids is 8.2%, and the maximum deviation of this indicator is 4.2% (Figure). Hybrids Barcelona F₁, Skywalker F₁ and Freedom F₁ (over 9%) had a high ability to form this indicator.

Cauliflower should be classified as low-calorie foods because of the small amount of sugar. The average content of sugars in total according to the studied samples is 2.2%. The lowest sugar content was observed in the hybrids Montano F₁, Syria F₁, Palace F₁ and Fargo F₁ (below 2%). These hybrids should be recommended for dietary nutrition for diabetics.

Dietary fiber is a necessary component of the human diet. According to resistance to bacterial fermentation, they are divided into those that are subject to partial and complete fermentation, and those that are not fermented. The first group includes pectin, gums, mucus, the second – cellulose and hemicellulose, the third – lignin. Vegetables are the main source of the first group of dietary fiber. These compounds normalize the functioning of the intestine, promoting the development of beneficial microflora and slowing down the absorption of fast carbohydrates. These substances are natural fibers which are an excellent substrate for the beneficial microflora that forms the immune status. According to various authors, the deficiency of these compounds in the diet of modern urban youth is over 65-70% [8].

The average fiber content is only 0.9%, and the maximum deviation is 0.4%. Therefore, it can be argued that the features of the hybrid play a significant role in the formation of this indicator. The highest values of fiber were observed in hybrids Barsak F₁, Barcelona F₁, Skywalker F₁ and Freedom F₁ (over 1%).



An indicator that characterizes the biological value is the content of ascorbic acid. The value of this indicator varies greatly. The average content of hybrids is – 64.7 mg / 100 g of raw mass of the edible part. Hybrids of Barsak F₁, Candide Sharm F₁, Lateman F₁, Skywalker F₁, Palace F₁ and Freedom F₁ have a higher average value of this indicator.

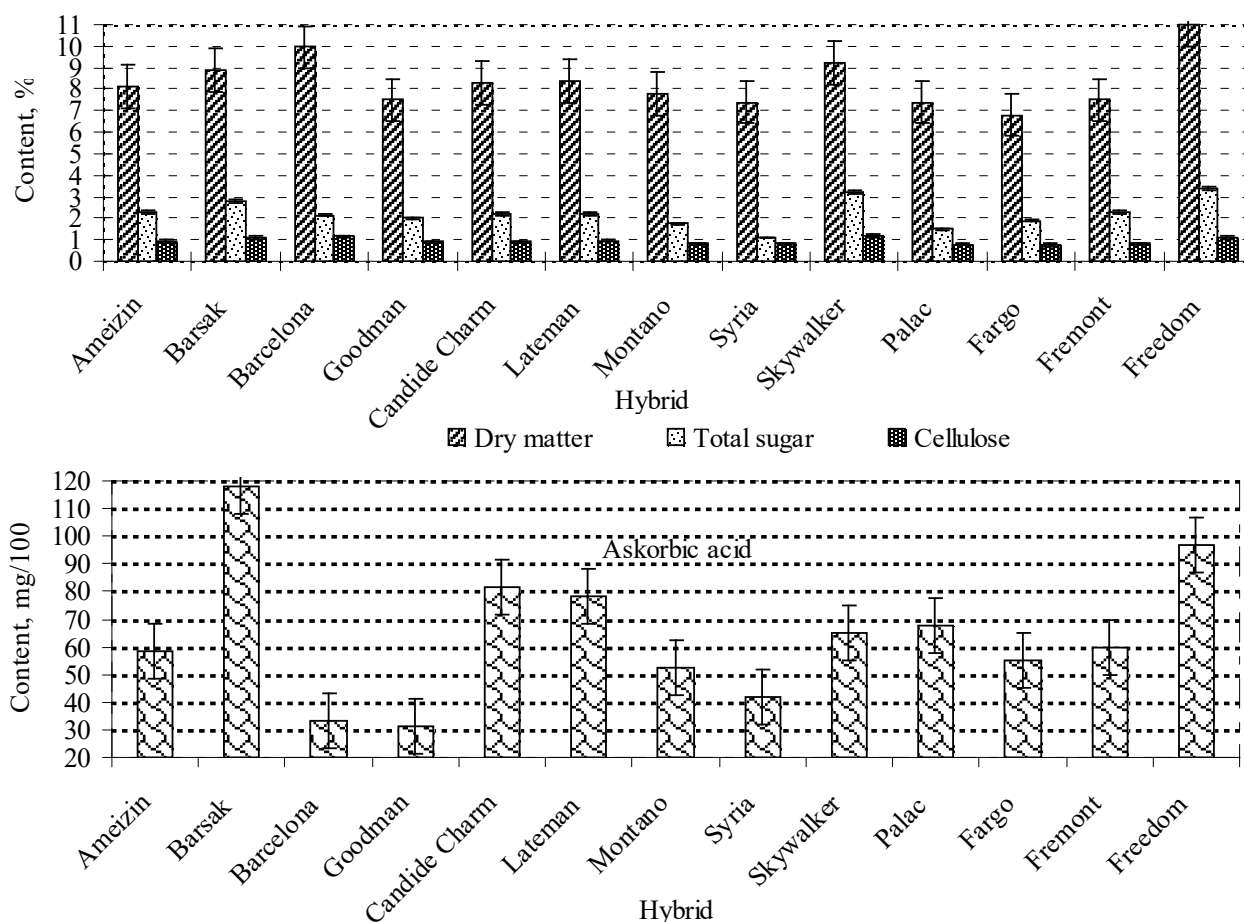


Figure. The content of essential nutrients in cauliflower

Applying the rating, we found the most valuable samples of the studied indicators (in descending order): Freedom F₁, Skywalker F₁, Barsak F₁, Candide Sharm F₁, Lateman F₁, Ameizin F₁, Fremont F₁, Palace F₁, Montano F₁, Goodman F₁, Syria F₁, Fargo F₁.

Conclusions.

Cauliflower is a valuable dietary raw material. Due to the complex of valuable nutrients and low calories, it is recommended to use in order to maintain high resistance of the body to harmful factors. Comprehensive evaluation of the studied hybrids allowed to identify the most valuable specimens, such as Freedom F₁, Skywalker F₁, Barsak F₁, Candide Sharm F₁ and Lateman F₁. It is expedient to use the received data at planning of cultivation of competitive production. In further research, it is advisable to expand the list of varieties and the list of studied indicators and certainly take into account the stability of the studied indicators from a number of facts.

**Bibliography:**

1. Кутовенко В.Б., Міхаліна І.Г., Гонтар В.Т. Сучасні технології вирощування овочевих культур: навч. пос. К.: ЦІТ КОМПРІНТ, 2013. 300 с.
2. Подпряттов Г.І., Скалецька Л.Ф., Войцехівський В.І. Товарознавство продукції рослинництва. К.: Арістей. 2005. 256 с.
3. Подпряттов Г.І., Войцехівський В.І., Кіліан М. та ін. Технології зберігання, переробки та стандартизація сільськогосподарської продукції: Навч. пос. К.: ЦІТ Компрінт, 2017. 660 с.
4. Сич З.Д., Сич І.М. Гармонія овочевої краси та користі. К: Арістей, 2005. 192 с.
5. Сич З.Д., Бобось І.М. Сортовивчення овочевих культур. К.: Нілан-ЛТД, 2012. 578 с.
6. Скалецька Л.Ф., Подпряттов Г.І., Завадська О.В. Методи наукових досліджень зі зберігання та переробки продукції рослинництва: навч. посіб. К.: ЦП Компрінт, 2014. 416 с.
7. Batabyala K., Mandala B., Sarkara D., etc. Comprehensive assessment of nutrient management technologies for cauliflower production under subtropical conditions. *European Journal of Agronomy*, 2016, 79, 1-13.
8. Chang C.-H., Wang J.-L., Wu L.-C., etc. Diabetes, glycemic control, and risk of infection morbidity and mortality: A Cohort Study. *Open forum infectious diseases*. 2019. 6(10). art.358.
9. Frans J., Tornly J.H.M. Mathematical models in agriculture. M.: Agropromizdat, 1987. 400 p.

© Voitsekhivskyi V., Maister A., Matviienko A., Slobodyanik G.,
Muliarchuk O., Balitska L., Konakh V., Horbatiuk S.



СОДЕРЖАНИЕ/CONTENTS

Development of transport and transportation systems

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-02-056> 3

METHOD AND ERROR ESTIMATION OF DECISIONS IN
DETERMINING AND OF OBJECTS IN SPACE

Myronenko O.V.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-02-074> 7

PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATUS OF THE DRIVER AS A
STOCHASTIC FACTOR OF TRAFFIC

Burlakova G. Y., Ganzheev D. I.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-02-082> 14

ORGANISATION OF VEHICULAR AND PEDESTRIAN TRAFFIC
THROUGH THE RAILWAY CROSSING

Kravchenya I.N., Dauhulevich V. A.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-02-090> 19

TINTING OF CAR GLASS: ANALYSIS OF THE CURRENT
SITUATION IN UKRAINE AND THE EXPERIENCE OF
OTHER COUNTRIES

Tarasenko O.V., Kharchenko T.V., Lebid H.O., Matviienko A.A., Leskova T.O.

Architecture and construction

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-02-028> 26

MODELING OF THE PROCESSES OF OZONE DISPERSION
BY PURIFICATION FACILITY

Tatarchenko Halyna

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-02-061> 33

MONITORING SYSTEM FOR BUILDING DEFORMATION
DURING CONSTRUCTION IN URBAN DEVELOPMENT

Bezushko D., Oleinik V., Korluga A.

Physics and mathematics

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-02-006> 38

ON SYSTEMS OF GENERATORS OF AUTOMATON
PERMUTATION GROUPS

Sikora V.S.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-02-012> 45

ACTIVATION OF METALLIZED COLLOIDAL SOLUTIONS

Morozov A.S.



<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-02-013> 51

APPLIED COMPONENT OF THE THEORY OF DIFFERENTIAL EQUATIONS IN PROBLEMS OF MECHANICS

Arshava E.A.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-02-021> 62

ASYMPTOTICS OF SOLUTIONS OF DIFFUSION STOCHASTIC DIFFERENTIAL-FUNCTIONAL SYSTEMS WITH A SMALL PARAMETER UNDER THE ACTION OF EXTERNAL RANDOM VARIABLES

Yasinsky V.K., Doroshenko I.V.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-02-045> 72

COMPARISON OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR PREDICTING MORTALITY FROM COVID-19 VIRUS

Doroshenko I.V., Knihnitska T.V., Deretorska T.I.

Biology and ecology

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-02-015> 78

ECOLOGICAL STATE OF THE VOLYN REGION ENVIRONMENT AND ITS IMPACT ON HUMAN HEALTH

Myskovets I.Ya., Molchak Ya.O.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-02-026> 84

USE OF ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES IN STUDYING DISCIPLINES OF BIOLOGICAL PROFILE

Shchikno S.A., Khaiminova I.K.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-02-065> 89

BLOOD TYPE AND RHESUS FACTOR AS MARKERS OF SUSCEPTIBILITY TO SOME PATHOLOGIES IN IVANO-FRANKIVSK

Simchuk A.P., Shumiatska I.V.

Agriculture, forestry, fishery and water management

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-02-003> 93

FORMATION OF YIELD AND QUALITY OF POTATO TUBERS DEPENDING ON THE WEIGHT OF PLANTING TUBERS

Shakalii S. M., Bagan A. V., Senchuk T.Yu.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-02-035> 98

YIELD AND QUALITY INDICATORS OF WINTER WHEAT GRAINS DEPENDING ON DOSES OF FERTILIZERS APPLIED

Kudriawytzka A.N., Шкромидо Н. М



- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-02-036> 102
RESEARCH OF CHANGES IN BIOCHEMICAL PARAMETERS
DURING STORAGE IN APPLES
Комоні Є. Й.
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-02-043> 109
INFLUENCE OF SEED INJURY TYPES ON THEIR RESPIRATION
INTENSITY DURING STORAGE
Grinenko L. I., Novytska N. V., Martynov A. N.
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-02-084> 114
PRODUCTIVITY OF ANNUAL BEAN-CEREAL GRASS MIXTURES
DEPENDING ON TECHNOLOGICAL FEATURES OF GROWING
*Svytunova I., Pravednyi V., Kos N., Poltoretskyi S.,
Hudoliy L., Lashuk S., Hudz N.*
- <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-02-085> 118
NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL VALUE OF CAULIFLOWER
*Voitsekhivskyi V., Maister A., Matviienko A., Slobodyanik G.,
Muliarchuk O., Balitska L., Konakh V., Horbatiuk S.*



Scientific publication

International periodic scientific journal

ScientificWorldJournal

Issue №11

Part 2

January 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: January 30, 2022

e-mail: editor@sworldjournal.com

site: www.sworldjournal.com



www.sworldjournal.com

Articles published in the author's edition





www.sworldjournal.com