



ISSUE №21

Part №1



International periodic scientific journal

— *ONLINE*

www.moderntechno.de

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
(ICV: 95.33)

MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Heutiges Ingenieurwesen und
innovative Technologien

Issue №21

Part 1

June 2022

Published by:
Sergeieva&Co
Karlsruhe, Germany

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.moderntechno.de/index.php/swj/about/editorialTeam>

Expert-Peer Review Board of the journal: Full list on page:

<https://www.moderntechno.de/index.php/swj/expertteam>

The International Scientific Periodical Journal "**Modern Technology and Innovative Technologies**" has been published since 2017 and has gained considerable recognition among domestic and foreign researchers and scholars.

Periodicity of publication: Quarterly

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 IndexCopernicus, GoogleScholar.

UDC 08

LBC 94

DOI: 10.30890/2567-5273.2022-21-01

Published by:

Sergeieva&Co

Lußstr. 13

76227 Karlsruhe, Germany

e-mail: editor@moderntechno.de

site: www.moderntechno.de

Copyright

© Authors, scientific texts 2022



УДК 348.147

ELECTROTECHNICAL MOBILE LABORATORY: MICROPROCESSOR CONTROL SYSTEM FOR ELECTRIC POWER EQUIPMENT

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ МОБИЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ: МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Isaev I.A., Isaeva L.A. / Исаев И.А., Исаева Л.А.

Аннотация. Успешная подготовка современного специалиста, особенно в области электроэнергетики и электротехники невозможна без реализации в учебном процессе физического эксперимента. В рамках экспериментальных исследований отрабатываются навыки диагностирования аварийного режима работы электрооборудования и принятия решений по его устранению. Востребованность в комплексном обеспечении лабораторного практикума остается актуальной, как с позиции минимизации стоимости лабораторного оборудования, так и с позиции обеспечения необходимого учебного функционала и требований электробезопасности. В данной статье представлены результаты опытно-конструкторской разработки учебно-лабораторного стенда с модулем микропроцессорного управления электромеханическим преобразователем электроэнергетического оборудования. Структура стенда реализована модульной схемой компоновки функциональных блоков, что обеспечивает высокую вариативность компоновки учебно-лабораторного стенда. Апробация разработанного учебно-лабораторного стенда была реализована в рамках лабораторного практикума подготовки студентов обучающихся по программе высшего образования по направлению «Приборостроение» и «Электроснабжение» Волгоградского государственного технического университета

Ключевые слова: электротехнический учебно-лабораторный комплекс, учебная лаборатория, микропроцессорная система управления, схема электроснабжения, электроэнергетика.

Вступление

Одной из существенных составляющих процесса подготовки современного специалиста, особенно в области электроэнергетике и электротехники, остается физический эксперимент, в ходе которого обеспечивается наблюдение электроэнергетических процессов, а так же возможность исследования тех или иных режимов работы электрических цепей и устройств. Наиболее сложными режимами работы электрооборудования являются режимы короткого замыкания, приводящие к всплескам и провалам напряжения, а также режимы, характеризующиеся увеличением веса высоких гармоник напряжения.

Для электромеханических систем, эксплуатируемых в электроэнергетических системах, например, таких как системы дизель-генераторных установок основного и аварийного питания обнаружение и диагностика аварийного режима остается одной из главных задач при обеспечении надежности работы электроэнергетических систем.

В учебном процессе, возможность физического моделирования подобных режимов, изучение механизмов их возникновения, способов измерения и управления электрическими параметрами во многом определяют уровень профессиональной подготовки будущего специалиста.



В данной статье рассмотрен опыт разработки и реализации проекта электротехнического учебно-лабораторного стенда с реализацией микропроцессорной системы управления электромеханическим преобразователем и его апробации в учебном процессе [1]. В состав стенда помимо источников постоянного тока фиксированного и регулируемого напряжения, источников переменного одно- и трехфазного тока включен модуль микропроцессорного управления трехфазным электромеханическим преобразователем. Разработанное схемное решение стенда обеспечивает защиту электронных блоков стенда от токов короткого замыкания и режима длительной перегрузки на стороне потребителя. Высокий уровень электробезопасности, эргономичность схемы расположения элементов управления и индикации режимов работы, высокая функциональность и мобильность учебно-лабораторного стенда обеспечивают возможность его использования в учебных лабораторно-практических курсах программ среднего и среднеспециального образования. Для определения основных потребительских характеристик учебного лабораторного оборудования был выполнен анализ рынка предложений ряда ведущих организаций в части лабораторного оборудования по электротехнике и электронике [1, 2]. Согласно проведенному анализу учебное лабораторное оборудование должно обладать следующими свойствами:

- высокой степенью электробезопасности при выполнении обучаемыми лабораторных работ – исключение возможности поражения обучающегося электрическим током при любых его непрофессиональных действиях с предоставленным его пользовательским интерфейсом;
- повышенной степенью электрической защиты функциональных блоков лабораторного оборудования, исключающей возможность их поломки при любых возможных действиях обучаемого в рамках предоставленного ему пользовательского интерфейса;
- доступностью и наглядностью пользовательского интерфейса – физическая реализация на интуитивно понятном уровне процедур сборки исследуемых цепей и схем, процедур электрических и осциллографических измерений, а так же высокая эргономичность формируемого рабочего пространства обучаемого;
- обеспечением достаточного уровня индикации электрических параметров рабочих и аварийных режимов работы электрооборудования, исключающее невосприятие, непонимание и двойное толкование используемых сигналов.
- интегративностью лабораторных работ – возможность реализации на одном учебном стенде ряда лабораторных работ по нескольким учебным темам;
- высоким уровнем ремонтпригодности лабораторного оборудования.



Учебно-лабораторный электротехнический стенд с модулем микропроцессорного управления электромеханическим преобразователем.

Учебно-лабораторный электротехнический стенд был разработан с использованием модульной схемы компоновки его функциональных блоков, что позволило максимально учесть перечисленные выше требования, предъявляемые к подобному оборудованию в рамках учебного процесса.

На рис.1 представлена обобщенная схема компоновки функциональных модулей учебно-лабораторного стенда. Особенностью разработанного механизма крепления отдельных функциональных модулей стала легкосъемная конструкция, позволяющая обеспечивать надежное механическое крепление в сочетании с обеспечением электрического соединения. Прототипом для разработки механизма электромеханического крепления послужила конструкция, предложенная в полезной модели к патенту «Учебно-лабораторный комплекс» [3].

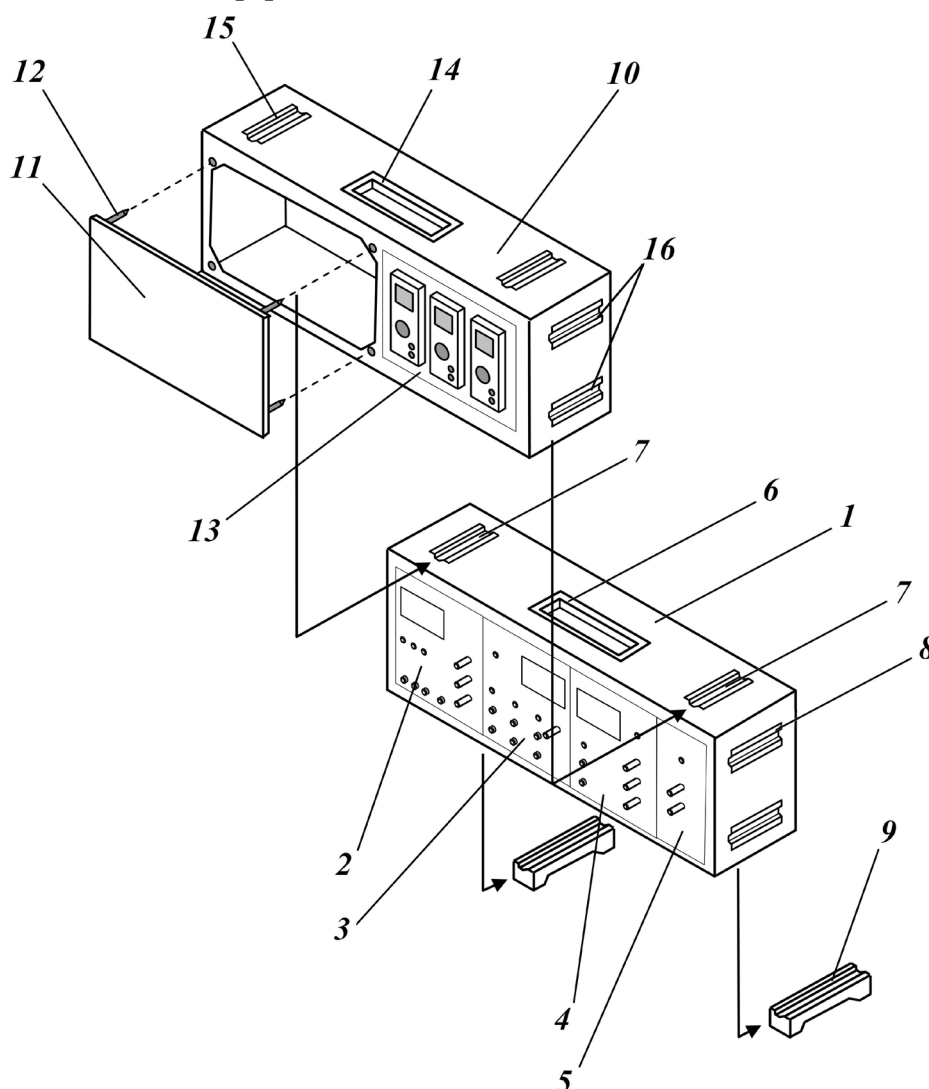


Рис.1. Модульная схема компоновки учебно-лабораторного электротехнического стенда.

1, 10 – корпуса модулей учебно-лабораторного стенда; 2, 3, 4, 5 – блоки источников тока и функционального генератора; 6, 14 – ручка-трансформер; 7, 8, 15, 16 – легкоразъемный механизм электромеханического соединения модулей; 9 – ножки; 11 – легкосъемная панель нагрузки; 12 – крепления панели нагрузки; 13 – блок измерения.



Структурная схема микропроцессорной системы мониторинга электромеханических систем представлена на рис.2 [4]. Для расширения объема памяти используется внешняя память. Постоянное запоминающее устройство (ROM) реализовано на микросхеме реализовано на микросхеме 1636PP1Y. Оперативная память – на микросхеме 1645PY3Y, представляющее собой электрически стираемое и перепрограммируемое постоянное запоминающее устройства Flash-типа. Взаимодействие с контроллером может осуществляться как по параллельному, так и по последовательному интерфейсу. В последнем случае за счет снижения быстродействия удастся существенно уменьшить число проводников сопряжения.

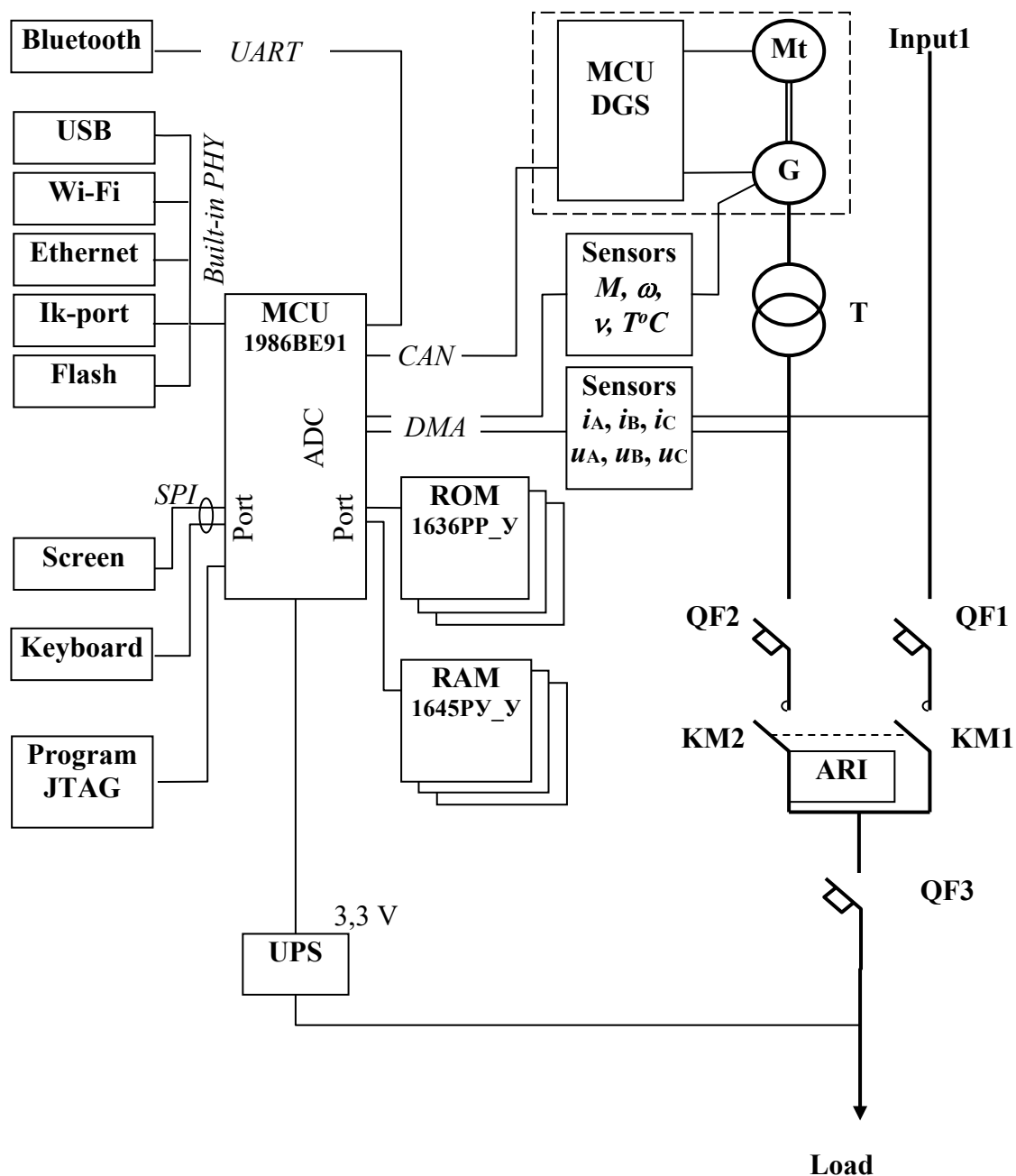


Рис.2. Структурная схема микропроцессорной системы мониторинга электромеханических систем.



Контролируемыми параметрами в разработанной микропроцессорной системе мониторинга, на основании вышеприведенной математической модели дизель-генераторной установки, были выбраны фазные токи и напряжения (i_A , i_B , i_C , u_A , u_B , u_C) по цепи основного и резервного ввода.

Помимо электрических параметров цепей электроснабжения контролируемыми параметрами стали механическая мощность на валу генератора (механический момент M и частота вращения вала ω), уровень вибрации вала генератора v и температура $t^\circ\text{C}$ его обмоток.

С датчиков измерительная информация поступает на вход блока аналого-цифрового преобразователя (АЦП). В составе рассматриваемого микроконтроллера блок АЦП содержит 2 независимых АЦП, которые могут осуществлять преобразование сигналов по 16 измерительным каналам.

В состав рассматриваемого микроконтроллера 1986BE91 входит специализированный контроллер, предназначенный для пересылки данных без использования ядра микроконтроллера DMA (Direct Memory Access). Для выполнения нескольких «параллельных» задач по пересылке данных в контроллере DMA реализовано 32 независимых канала. Одновременно активен только один канал. Каждый канал настраивается отдельно на выполнение конкретной задачи. Таким образом, возможно одновременно запустить и копирование массивов, и считывание данных из АЦП.

Долговременное хранение измерительной информации реализовано на Flash-накопителе, который подключается к микроконтроллеру посредством последовательного USB интерфейса. Беспроводной доступ к данным организован по каналу последовательный модуль передачи данных Bluetooth используя интерфейс UART.

Оценка причин возникновения аварийного режима работы генератора невозможна без учета ряда параметров его работы. Это механический момент на валу генератора и скорость его вращения, уровень вибрации вала генератора и температура его обмотки позволяют оценить механический износ подшипниковых узлов, разрушение крыльчатки охлаждающего вентилятора, износ муфты сцепления генератора и привода, а так же режим повышенной нагрузки, приводящей к преждевременному износу изоляции обмоток генератора.

Для моделирования возможностей объединения систем управления отдельными дизель-генераторными установками в сетевом режиме обмен данными и аккумулярование наблюдаемых данных реализовано с использованием последовательного интерфейса CAN (Controller Area Network), который обеспечивает передачу данных в реальном масштабе времени и отличается надежностью и высокой помехоустойчивостью. CAN интерфейс в настоящее время довольно широко используется в системах автоматизации управления.

Заключение и выводы.

В статье представлены результаты разработки учебно-лабораторного электротехнического стенда. При проектировании структуры стенда были проанализированы эксплуатационные характеристики представленного на



рынке специализированного учебного оборудования. На основе проведенного анализа была разработана модульная схема компоновки, которая позволила максимально учесть требования, предъявляемые к учебному лабораторному оборудованию в рамках реализации учебных программ среднего и средне специального образования. Основными достоинствами разработанного учебно-лабораторного электротехнического стенда являются:

- ✓ высокая степень электробезопасности при выполнении обучаемыми лабораторных работ, доступность и наглядность пользовательского интерфейса;
- ✓ обеспечение необходимого уровня индикации электрических параметров рабочих и аварийных режимов работы электрооборудования и высокая эргономичность формируемого рабочего пространства;
- ✓ высокая вариативность функциональных возможностей, в части обеспечения постановки учебных лабораторных работ;
- ✓ высокий уровень ремонтпригодности лабораторного оборудования (применена модульная технология).

Литература:

1. Исаев, А.В. Электротехническая лаборатория в учебном процессе / А.В. Исаев // Сборник научных трудов SWorld по матер. междунар. науч.-практ. конф. «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании '2013» (18-29 июня). - 2013. - Т. 9, № 2. - 5-8.
2. Интегрально-модульный стенд ИМС-12 «Электротехника и электроника» / И.А. Миронов, В.А. Клевцов, А.Ю. Миронов, А.В. Исаев, А.И. Нефедьев // Современные технологии и управление: сб. науч. тр. III междунар. науч.-практ. конф. (20-21 нояб. 2014 г.) / ФГБОУ ВО Московский гос. ун-т технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий ун-т), Филиал в р. п. Светлый Яр Волгоградской области. - Светлый Яр, 2014. - С. 26-28.
3. Пат. 140456 Российская Федерация, МПК G09B23/18. Учебно-лабораторный комплекс / А.И. Нефедьев, А.В. Исаев; ВолгГТУ. - 2013.
4. Исаев, А.В. Digital Twin Technologies for Diesel Generator Sets in Backup and Emergency Power Supply Systems / А.В. Исаев, А.И. Нефедьев, И.А. Исаев // 2022 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM) (Sochi, Russian Federation, 16-20 May 2022) : Proceedings / Moscow Polytechnic University, Tula State University, Volgograd State Technical University. – [Publisher: IEEE], 2022. – P. 1079-1084. – DOI: 10.1109/ICIEAM54945.2022.9787261P'a.

Abstract. Successful training of a modern specialist, especially in the field of electric power and electrical engineering, is impossible without the implementation of a physical experiment in the educational process. As part of experimental studies, the skills of diagnosing the emergency operation of electrical equipment and making decisions to eliminate it are developed. Demand for the integrated provision of a laboratory workshop remains relevant, both from the standpoint of minimizing the cost of laboratory equipment, and from the standpoint of providing the necessary educational functionality and electrical safety requirements. This article presents the results of experimental design of a training and laboratory stand with a microprocessor control module for an electromechanical converter of electric power equipment. Approbation of the developed



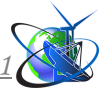
educational and laboratory stand was implemented as part of a laboratory workshop for the preparation of students enrolled in a higher education program in the direction of "Instrument Engineering" and "Power Supply". of the Volgograd State Technical University.

Key words: *electrotechnical educational and laboratory complex, educational laboratory, microprocessor control system, power supply scheme, electric power industry.*

Научный руководитель: д.т.н., проф. Нефедьев А.И.

Статья отправлена: 27.06.2022 г.

© Исаев И.А., Исаева Л.А.



УДК 621.783.22

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE POSITION OF MATERIALS ON THE THERMAL OPERATION OF A HIGH-TEMPERATURE INSTALLATION

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ ПОСАДУ МАТЕРІАЛІВ НА ТЕПЛОВУ РОБОТУ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОЇ УСТАНОВКИ

Hlushchenko O. / Глущенко О.Л.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-9230-9958

Yemelyanov O. / Ємельянов О.О.

bachelor's degree / бакалавр

Dniprovsk State Technical University, Kamianske, Dneprostroyevskaia 2, 51918

Дніпровський державний технічний університет,

Кам'янське, Дніпробудівська 2, 51918

Анотація. В роботі проводиться дослідження впливу температури посаду металу на теплову роботу рекуперативного нагрівального колодязя. Дані дослідження дозволяють визначити найбільш енергоефективний режим роботи високотемпературного агрегату, в якому досягається мінімальна витрата палива при його роботі. В результаті проведених досліджень було з'ясовано, що для зіставлення роботи печей з різною температурою посада металу, в якості показника, що характеризує паливовикористання, не можна приймати ККД, а треба використовувати наявний ККД (кількість тепла, яка залишається в робочому просторі печі при мінімально можливій температурі відхідних газів, яка не може бути нижче температури металу), оскільки при нагріванні металу гарячого посаду, ККД виходить нижче, ніж при нагріванні холодного посаду. Це пояснюється тим, що при нагріванні гарячого посаду істотно знижується корисна теплова потужність печі, падає через зменшення температурного напору, в той час як потужність холостого ходу і КВТ змінюються мало.

Ключові слова: рекуперативний нагрівальний колодязь, робоча камера, високотемпературний нагрів, корисне тепловикористання, наявний коефіцієнт корисної дії, гарячий та холодний посад, корисна теплова потужність печі.

Вступ.

Нагрівальні печі й колодязі є найбільшими споживачами палива. Вони займають третє місце (10-15%) після доменного та сталеплавильного виробництв за споживанням теплової енергії у чорній металургії. Проте корисне тепловикористання в промислових печах України залишається незадовільним, складаючи 30-40 %.

При незмінних розмірах робочого простору нагрівальних колодязів, сортаменті й технологічних параметрах сталей, підвищення ефективності нагріву металу можливо за рахунок удосконалення системи опалення і окремих конструктивних елементів, а також оптимізації режимів роботи колодязів.

Вирішувати ці питання необхідно з урахуванням зростаючих вимог до якості готової продукції. Щодо нагрівальних колодязів це означає рішення проблеми відповідності полів температури нагрівального середовища і виробів, що нагріваються, за умов рівномірності і максимально припустимої інтенсивності зовнішнього теплообміну. Тому підвищення ефективності використання нагрівальних печей у металургійному виробництві є задачею



складною, рішення якої можливо при проведенні комплексних досліджень теоретичними й експериментальними методами.

Постановка задачі.

Нагрівальна піч - піч для нагрівання твердих матеріалів з метою підвищення пластичності або зміни структури цих матеріалів. Це найпоширеніший клас печей, оскільки широко застосовуються не тільки в чорній металургії, а й в кольоровій металургії, в машинобудуванні і т.п.

В даній роботі розглядається теплова робота рекуперативного нагрівального колодязя з опаленням з центру подини - нагрівальний колодязь, в якому повітря підігрівається в рекуператорі, а підведення газу і повітря здійснюється через отвори в подині.

Не дивлячись на певні переваги, рекуперативні нагрівальні колодязі мають і ряд недоліків [1 - 3]:

а) нерівномірність нагріву злитка по висоті в зв'язку з недостатньо хорошим перемішуванням газу і повітря перед спалюванням;

б) тривалість нагріву злитків холодного посаду і питома витрата палива трохи вище, ніж у регенеративних нагрівальних колодязях і при цьому колодязі вимагають більш калорійного палива;

в) порушення герметичності рекуператора в процесі його експлуатації, що призведе до втрат повітря.

Відомо, що питома витрата умовного палива залежить від температури посаду зливків.

Отже, за допомогою теплового розрахунку нагрівального колодязя з'ясуємо найбільш енергоефективний режиму роботи щодо кількості палива, що спалюється, оскільки саме теплотехнічний розрахунок дає можливість визначити техніко-економічні показники роботи агрегату.

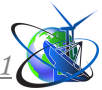
Результати роботи.

Проводимо теплотехнічний розрахунок рекуперативного нагрівального колодязя за відомими методиками, представленими в [4, 5]. Вихідні дані для розрахунку наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунку

Назва величини	Одиниці виміру	Значення величини
1. Розміри зливків	мм	700×750×2000
2. Кількість зливків	шт.	10
3. Марка сталі	-	Ст 10 кп
4. Початкова температура зливків $t_{n,n}$	°C	20
5. Кінцева температура поверхні зливків $t_{n,k}$	°C	1250
6. Кінцева різниця температур по перерізу зливків Δt_k	°C	60
7. Вид палива	природно – доменна суміш	
8. Нижча теплота згорання палива Q^p	МДж/м ³	8,2

Результати теплотехнічного розрахунку рекуперативного нагрівального колодязя представлені у таблиці 2.

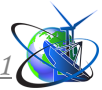


Таблиця 2 – Результати теплотехнічного розрахунку

Назва величини	Одиниці виміру	Значення величини
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
1. Дійсна витрата повітря при коефіцієнті витрати повітря $n=1,1, L_{\delta}$	$\text{м}^3/\text{м}^3$	1,8
2. Вихід продуктів згорання, V_{δ}	$\text{м}^3/\text{м}^3$	2,636
3. Калориметрична ентальпія продуктів згорання при холодному газі і повітрі, $i^{\circ}_{\text{кал}}$	$\text{кДж}/\text{м}^3$	3111
4. Уточнене значення калориметричної температури, t''	$^{\circ}\text{C}$	1869
5. Ширина робочої камери нагрівального колодязя, B	м	3,75
6. Довжина робочої камери, L	м	4,55
7. Площа поду камери нагрівального колодязя, $F_{\text{под}}$	м^2	17,06
8. Об'єм камери колодязя, V_{κ}	м^3	47,77
9. Об'єм газів, що заповнюють робочу камеру, V_2	м^3	37,27
10. Температура печі в кінці нагріву, $t_{\text{печ.к.}}$	$^{\circ}\text{C}$	1275
Розрахунок першого періоду нагріву ($M = \text{const}$)		
11. Оптимальний питомий тепловий потік на початку нагріву, $q_{\text{оптн}}$	$\text{Вт}/\text{м}^2$	81722
12. Температуру печі на початку нагріву, $t_{\text{печ.н}}$	$^{\circ}\text{C}$	1031
13. Коефіцієнт використання тепла на початку нагріву, η_n	-	0,61
14. Питома робоча теплова потужність, m_0	$\text{Вт}/\text{м}^2$	133970
15. Температура поверхні зливка наприкінці першого періоду нагріву, $t_{\text{н.кл}}$	$^{\circ}\text{C}$	1064
16. Температура центра зливка, $\Delta t_{\kappa 1}^*$	$^{\circ}\text{C}$	706
17. Середньомасова температура зливка наприкінці першого періоду нагріву, $\bar{t}_{\text{мкл}}$	$^{\circ}\text{C}$	888
18. Середній питомий тепловий потік у першому періоді, $\bar{q}_1$	$\text{Вт}/\text{м}^2$	77100
19. Тривалість першого періоду нагріву за режимом $M=\text{const}$, τ_1	год.	3,503
Розрахунок другого періоду нагріву ($t_{\text{неч}} = \text{const}$)		
20. Температура центра зливка, $\Delta t_{\text{цк}2}^*$	$^{\circ}\text{C}$	1040
21. Тривалість першого інтервалу нагріву при $t_{\text{неч}}=\text{const}$, τ_2	год.	1,73
22. Тривалість другого інтервалу нагріву при $t_{\text{неч}}=\text{const}$, τ_3	год.	1,35
23. Середньомасова температура зливка наприкінці другого періоду нагріву, $\bar{t}_{\text{мк}3}$	$^{\circ}\text{C}$	1222
24. Загальна тривалість комбінованого режиму нагріву злитка, $\tau_{\text{заг}}$	год.	6,58
25. Тривалість початкового інерційного періоду, τ'	с	0,341
26. Питомий тепловий потік в кінці інерційного періоду, q'	$\text{Вт}/\text{м}^2$	80821



1	2	3
27. Температура поверхні зливка в кінці інерційного періоду, t'_n	°C	295
28. Середньомасова температура зливка в кінці інерційного періоду, $\bar{t}'_m$	°C	168
29. Температура печі в кінці інерційного періоду, $t'_{печ}$	°C	1036
30. Температура диму в кінці інерційного періоду, t'_o	°C	1180
31. Температура кладки в кінці інерційного періоду, $t'_{кл}$	°C	878
32. Температура кладки на початку нагріву за режимом $M=const$, $t_{кл.п}$	°C	865
33. Температура кладки в кінці нагріву за режимом $M=const$, $t_{кл.1}$	°C	1197
34. Температуру кладки в кінці першого інтервалу нагріву за режимом $t_{печ} = const$, $t_{кл.2}$	°C	1246
35. Температуру кладки наприкінці нагріву за режимом $t_{печ} = const$, $t_{кл.3}$	°C	1265
36. Середня температура диму за перший період нагріву при $M=const$, $\bar{t}_o$	°C	1284
37. Уточнена температура підігріву повітря у першому періоді нагріву ($M=const$), $\bar{t}_{нов1}^*$	°C	855
38. Коефіцієнт теплопередачі для кладки стін і поду, K_1	Вт/м ² ·°C	1,23
39. Коефіцієнт теплопередачі K для кришки нагрівального колодязя, K_2	Вт/м ² ·°C	2,75
40. Зовнішня поверхня бокових стін нагрівального колодязя, $F_{ст}$	м ²	78,46
41. Поверхня поду камери, $F_{под}$	м ²	30,98
42. Поверхня кришки робочої камери, $F_{кл}$	м ²	20,54
43. Теплові втрати через кладку стін і поду, Q'_1	Вт	161130
44. Теплові втрати через кришку, Q''_1	Вт	67612
45. Втрати теплопровідністю через кладку, Q_1	Вт	228700
46. Теплові втрати випромінюванням, Q_2	Вт	166400
47. Потужність холостого ходу наприкінці нагріву за режимом $M=const$, $M_{хх.к1}$	Вт	$2,63 \cdot 10^6$
48. Загальна максимальна теплова потужність камери, $M_{макс}$	кДж/год	$29,18 \cdot 10^6$
49. Максимальна подача газу в камеру, $B_{макс}$	м ³ /год	3635
50. Максимальна подача повітря, $V_{пов.макс}$	м ³ /год	6543
51. Максимальний вихід диму, $V_{o макс}$	м ³ /год	9582



1	2	3
52. Мінімальна робоча теплова потужність колодязь наприкінці нагріву зливків, $M_{p.мін}$	кДж/кг	1076765
53. Значення КВТ наприкінці процесу нагріву зливків, η_k	-	0,575
54. Мінімальна загальна теплова потужність наприкінці нагріву зливків, $M_{мін}$	кДж/год	$6,51 \cdot 10^6$
55. Витрата палива, $B_{мін}$	м ³ /год	794
56. Витрати повітря, $V_{пов.мін}$	м ³ /год	1429
57. Вихід диму, $V_{д.мін}$	м ³ /год	3767
58. Ємність камери, E	кг	81900
59. Теплотехнічна продуктивність колодязя, $P_{тепл}$	т/год	12,4
60. Середня засвоєна металом теплова потужність, $\bar{M}_z$	Вт	$2,86 \cdot 10^6$
61. КВТ від окислення заліза, η_{Fe}	-	0,694
62. ККД печі за теплом палива, η	-	0,485
63. Витрати умовного палива на одну тону зливків, v	кДж/т	52,2

Для того, щоб з'ясувати, яким чином впливає температура посаду зливків на теплову роботу рекуперативного нагрівального колодязя, зробимо аналогічний розрахунок, з тими ж вихідними даними, тільки початкову температуру зливків приймемо $t_{п.п} = 0^\circ \text{C}$.

Тепло, що засвоєне металом від окислення заліза:

$$M_{з.м.} = 0,15 \cdot 14891 \cdot 6700 \cdot 0,720 = 1,077 \cdot 10^6 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Середня потужність, засвоєна металом від згоряння палива:

$$\bar{M}_{з.п.} = \bar{M}_z - \bar{M}_{з.м.} \quad (1)$$

$$\bar{M}_{з.п.} = 12,5 \cdot 10^6 - 1,077 \cdot 10^6 = 11,42 \cdot 10^6 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}$$

Середня робоча теплова потужність

$$\bar{M}_p = \frac{\bar{M}_{з.п.}}{\bar{\eta}}, \quad (2)$$

$$\bar{M}_p = \frac{11,42 \cdot 10^6}{0,67} = 17,04 \cdot 10^6 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}$$

Середня загальна теплова потужність:

$$\bar{M} = \bar{M}_p + \bar{M}_{xx}, \quad (3)$$

$$\bar{M} = 17,04 \cdot 10^6 + 2,83 \cdot 10^6 = 19,87 \cdot 10^6 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Середні витрати газу

$$\bar{B} = \frac{\bar{M}}{Q_n^p}, \quad (4)$$



$$\bar{B} = \frac{19,87 \cdot 10^6}{9200} = 2160 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Коефіцієнт корисної дії печі за теплом палива

$$\eta = \frac{\bar{M}_{з.п.}}{\bar{M}}, \quad (5)$$

$$\eta = \frac{11,42 \cdot 10^6}{19,87 \cdot 10^6} = 0,574 \text{ або } 57 \ \%.$$

Результати розрахунку теплового балансу зводимо у таблицю 3 та 4, відповідно.

Таблиця 3 - Тепловий баланс робочої камери за весь процес нагріву зливків

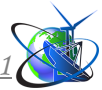
Статті	Прибуток тепла	Статті	Витрати тепла
	10^{-6} кДж		10^{-6} кДж
Згоряння палива	204	Тепло нагрітого металу	68,2
Окислення заліза	9,88	Тепло окалини	1,5
Фізичне тепло повітря для згоряння палива	39,5	Теплові втрати робочої камери	12,5
Фізичне тепло повітря для згоряння палива	0,7	Тепло продуктів згоряння палива	168,9
		Тепло азоту від окислення заліза	11
Усього:	254,06	Усього:	253,2

$$\text{Нев'язка : } \frac{254,06 - 253,2}{254,06} \cdot 100\% = 0,7\%.$$

Таблиця 4 – Тепловий баланс печі в цілому

Статті	Прибуток тепла	Статті	Витрати тепла
	10^{-6} кДж		10^{-6} кДж
Згоряння палива	204	Тепло металу	68,2
Окислення заліза	9,88	Тепло окалини	1,5
Від повітря при 0 °С	-	Теплові втрати камери	12,5
Від газу при 0 °С	-	Тепло, що виноситься у димову трубу:	
		- продуктами згоряння палива,	128,5
		- азотом повітря, витраченого на окислення заліза	0,31
Усього:	213,88	Усього:	211,01

$$\text{Нев'язка : } \frac{213,88 - 211,01}{213,88} \cdot 100\% = 1,3\%.$$



Проведені розрахунки показують, що при нагріванні металу гарячого посаду, ККД виходить нижче, ніж при нагріванні холодного посаду. Таким чином, створюється враження, що піч працює менш економічно, в той час як питома витрата тепла на одиницю продукції (b) нижче, ніж при холодному посаді. Це пояснюється тим, що при нагріванні гарячого посаду істотно знижується корисна теплова потужність печі, $(q \cdot F / \eta)$ падає через зменшення температурного напору, в той час як потужність холостого ходу і КВТ змінюються мало.

Раніше було отримано, що

$$\text{ККД} = \frac{\eta}{1 + \frac{\sum Q_{\text{втр.}}}{G \cdot \Delta i}}. \quad (6)$$

Цей вираз можна привести до вигляду:

$$\text{ККД} = \frac{\eta}{1 + \frac{M_{\text{х.х.}}}{M_{\text{кор.}}}}. \quad (7)$$

З цього виразу видно, що при однаковому КВТ і $M_{\text{х.х.}}$ зі збільшенням температури посаду, тобто зі зменшенням $M_{\text{кор.}}$, ККД знижується.

Таким чином, для зіставлення роботи печей з різною температурою посада металу ККД не можна приймати в якості показника, що характеризує паливовикористання.

У цьому випадку доцільно користуватися поняттям наявного ККД, який дорівнює

$$\text{ККД}_{\text{наяв.}} = \frac{G \cdot \Delta i}{Q_{\text{наяв.}}}. \quad (8)$$

Під наявним теплом слід розуміти кількість тепла, яка залишається в робочому просторі печі при мінімально можливій температурі відхідних газів, яка не може бути нижче температури металу t_0 .

$$Q_{\text{наяв.}} = B \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}} - B \cdot g_{\text{д}} \cdot C_{\text{д}} \cdot t_0 = M_0 - B \cdot g_{\text{д}} \cdot C_{\text{д}} \cdot t_0. \quad (9)$$

$$\text{ККД}_{\text{наяв.}} = \frac{G \cdot \Delta i}{M_0 - B \cdot g_{\text{д}} \cdot C_{\text{д}} \cdot t_0}. \quad (10)$$

З цього виразу видно, що при холодному посаді металу рівняння (10) перетвориться на рівняння (7)

$$\text{ККД}_{\text{наяв.}} = \frac{\text{ККД}}{1 - \frac{B \cdot g_{\text{д}} \cdot C_{\text{д}} \cdot t_0}{M_0}}. \quad (11)$$

Отже, визначаємо $\text{ККД}_{\text{наяв.}}$

Для злитків гарячого посаду

$$\text{ККД}_{\text{наяв.}} = \frac{0,485}{1 - \frac{2311 \cdot 2,636 \cdot 1,664 \cdot 20}{18,95 \cdot 10^6}} = 0,490 = 49 \%. \quad (12)$$



Для злитків холодного посаду

$$\text{ККД}_{\text{наяв.}} = \frac{0,574}{1 - \frac{3535 \cdot 3.23 \cdot 1,639 \cdot 0}{32.53 \cdot 10^6}} = 0,574 = 57,4 \, \%$$

Заключення та висновки.

1. Проведені дослідження показують, що при нагріванні металу гарячого посаду, ККД виходить нижче, ніж при нагріванні холодного посаду. Це пояснюється тим, що при нагріванні гарячого посаду істотно знижується корисна теплова потужність печі, падає через зменшення температурного напору, в той час як потужність холостого ходу і КВТ змінюються мало.

2. В результаті проведених досліджень було з'ясовано, що для зіставлення роботи печей з різною температурою посада металу, в якості показника, що характеризує паливовикористання, треба використовувати наявний ККД. Саме його значення і було розраховано у даній роботі. В результаті було отримано, що при холодному посаді наявний ККД буде дорівнювати 57,4 %, а при гарячому посаді – 49 %.

Література:

1. Ткаченко О.О. Високотемпературні процеси та установки : підручник / О.О. Ткаченко. – К.: А.С.К., 2005. – 480 с.
2. Високотемпературные теплотехнологические процессы и установки в металлургии: учебное пособие / М.П. Ревун [и др.]. - Запорожье: ЗГИА.- 2002. - 304 с.
3. Свинолобов Н.П. Печи чёрной металлургии: учебное пособие для вузов / Н.П. Свинолобов, В.Л. Бровкин. – Днепропетровск: Пороги, 2004. – 154 с.
4. Расчёты нагревательных печей / С.И. Аверин, Э.М. Гольдфарб, А.Ф. Кравцов [и др.]; под. ред. Н.Ю. Тайца. - К.: Техніка, 1969. – 540 с.
5. Металлургические печи. Теория и расчёты: учебник в 2 т. / В.И. Губинский, В.И. Тимошпольский, В.М. Олшанский [и др.]; под. общ. Ред.. В.И. Тимошпольского. – Минск: Белорус. Наука, 2007. – 569 с.

Abstract. The study of the influence of the temperature of the metal position on the thermal work of the recuperative heating well is carried out. These studies allow us to determine the most energy-efficient mode of operation of the high-temperature unit, which achieves the minimum fuel consumption during its operation. As a result of research, it was found that to compare the operation of furnaces with different temperatures, the position of the metal, as an indicator of fuel use, can not take efficiency, but should use the available efficiency (amount of heat remaining in the furnace possible exhaust gas temperature, which cannot be lower than the metal temperature), because when heating the metal of the hot position, the efficiency is lower than when heating the cold position. This is due to the fact that when heating the hot position significantly reduces the useful heat output of the furnace, decreases due to the decrease in temperature pressure, while the idle power and HF change little.

Keywords: recuperative heating well, working chamber, high-temperature heating, useful heat use, available efficiency, hot and cold positions, useful thermal power of the furnace.

Стаття відправлена: 29.05.2022р.

© Глуценко О.Л.



УДК 628.492

SELECTION AND SUBSTANTIATION OF ENERGY-TECHNOLOGICAL SCHEME OF PLANT BIOMASS THERMOCHEMICAL CONVERSION ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ТЕРМОХІМІЧНОЇ КОНВЕРСІЇ РОСЛИННОЇ БІОМАСИ

Sklyarenko E.V. / Скляренко Є.В.

Ph.d. / к.т.н.

ORCID : 0000-0003-3952-6520

Vorobiov L.Y. / Воробйов Л.Й

d.s., s.s. / д.т.н., с.н.с.

ORCID : 0000-0001-7958-6996

SPIN: 6154-2069

*Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine, 2a, M. Kapnist Str., Kyiv
Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, вул. М. Капніст, 2а, Київ*

Анотація. В статті розглянуто перспективи енергетичного використання рослинної біомаси і шляхи підвищення енергетичної ефективності її використання. Проведено вибір та обґрунтування енерготехнологічної схеми процесу її попередньої термохімічної конверсії (переробки). Суть даного технологічного процесу полягає в тому, що конверсія рослинної біомаси здійснюється у режимі "теплого удару" при допомозі високотемпературного газового теплоносія у вигляді продуктів неповного згоряння вуглеводневого газу, що фільтрується через затиснутий рухомий шар біомаси. Це дозволяє за короткий час перевести значну частину органіки в газову фазу, зменшити вихід смол і закінчити процес на стадії відгонки летких та утворення біовуглецю. Розглянуто переваги і недоліки запропонованого технологічного процесу, а також основні фактори, що впливають на його ефективність. Зокрема, розглянуто питання впливу гідромеханічних характеристик затиснутого шару (товщина шару, його порозність, дійсна швидкість фільтрації газового теплоносія через шар біомаси) і визначено їх оптимальні параметри.

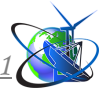
Ключові слова: фрезерний торф, термохімічна конверсія, гідромеханічні характеристики затиснутого шару біомаси.

Вступ. В умовах дефіциту енергоресурсів і постійного зростання цін, підвищення ефективності використання і їх економія набуває найбільш пріоритетного значення для України.

Режим ефективного використання традиційних викопних палив і виробленої енергії базується на удосконаленні технологічних процесів та впровадженні енергозберігаючих технологій.

Значна економія традиційних палив, а відтак і зменшення шкідливого впливу на довкілля, при їх спалюванні, може бути досягнута при більш широкому включенні в паливний баланс країни нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії. Зокрема, використання місцевих видів твердого палива (бурого вугілля, торфу, деревини) та різного виду біомаси.

Привабливість біомаси, особливо біомаси рослинного походження, крім відновлюваності її запасів, обумовлена і іншими перевагами, а саме: наявністю значного енергетичного потенціалу, високим виходом летких сполук, малою зольністю, відсутністю сірки та екологічною чистотою при згорянні. За оцінками [1] біомаса дає понад 2 млрд.т у.п. енергії на рік, що складає близько 14% загального споживання первинних енергоносіїв у світі.



Одним з основних стримуючих факторів широкого використання рослинної біомаси в енергетичних установках, є низькі теплотехнічні характеристики. Переважно, це дрібнофракційна біомаса з високою вологістю, низькою насипною і енергетичною щільністю та високою собівартістю її конверсії в енергетичні продукти.

В світовій практиці відомі різні технології фізичної, біохімічної і термохімічної конверсії рослинної біомаси, які направлені на покращення її теплотехнічних характеристик і отримання енергії, чи цінних продуктів (горючий газ, рідкі і тверді палива, сорбенти і ін.). Їх ефективність визначається техніко-економічними і екологічними показниками.

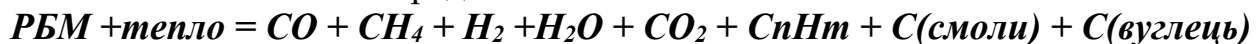
В плані підвищення ефективності використання енергії рослинної біомаси, зменшення шкідливих викидів і зниження собівартості цільових продуктів, перспективними бачаться термохімічні процеси енерготехнологічного спрямування, коли поряд з енергетичними продуктами одержують високоліквідні супутні продукти.

Їх ефективність, у значній мірі, залежить від виду вихідної сировини, технологічних і екологічних параметрів процесу, цільових продуктів, їх якості і собівартості, та від конструктивних особливостей обладнання для реалізації цих процесів. У зв'язку з цим, пошук оптимальних рішень по реалізації таких процесів є актуальним, що вимагає відповідних досліджень.

Основний матеріал. Аналіз світового досвіду показав, що термохімічні процеси конверсії твердих вуглеводневих палив, переважно, базуються на процесах газифікації і піролізу.

Газифікація є термохімічний процес максимального ступеня перетворення енергетичного потенціалу вихідної біомаси у газоподібне паливо з високою теплотою згоряння. Процес проходить при високих температурах (до 1300°C) за рахунок теплоти екзотермічних реакцій в окислюючому середовищі, з вільним чи зв'язаним (у вигляді H_2O , CO_2) киснем. Отриманий горючий газ включає, як леткі продукти розкладу (конденсовані і неконденсовані), так і продукти повного згоряння частини вихідної сировини. Останні баластують горючий газ і погіршують його теплотехнічні характеристики.

Дещо підвищити ефективність енергетичного використання рослинної біомаси (РБМ) дозволяють технології, в основі яких лежать процеси піролізу і який схематично можна представити як:

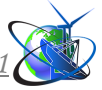


Як видно, в процесі піролізу відбувається розклад органічної частини вихідної біомаси на газоподібні, рідкі і тверді продукти.

Газоподібні продукти є горючим газом з нижчою теплотою згоряння до 15...22 МДж/м³, що суттєво перевищує нижчу теплоту згоряння (5...6 МДж/м³) горючого газу, отриманого при повітряній газифікації.

Рідкі продукти є суміш високомолекулярних вуглеводнів і води до 20%(мас.). Їх нижча теплота згоряння становить до 20...25 МДж/кг.

Твердим продуктом процесу є коксовий залишок (біовуглець), з нижчою теплотою згоряння до 30 МДж/кг. Його середній вихід може досягати 30-35% від маси сухої сировини, в залежності від виду біомаси, температури, тиску і



часу, при яких здійснюється процес.

Піролізні процеси реалізують при більш помірних температурах (500...700°C – напівкоксування, 900...1100°C - коксування), при використанні тепла, як від екзотермічних реакцій (взаємодії органіки зі зв'язаним киснем), так і додаткового тепла від стороннього джерела енергії.

Перспективність піролізних процесів обумовлена їх універсальністю, щодо можливості конверсії різних видів рослинної біомаси, широкого спектру отримуваних продуктів, з низькими експлуатаційними і капітальними витратами, що дозволяє адаптувати існуючі енергетичні установки до їх прямого застосування з використанням альтернативного палива.

Ефективність піролізних процесів, в значній мірі, залежить від:

- фізичних властивостей рослинної біомаси (типу біомаси, її елементарного і фракційного складу, початкової вологості і зольності, насипної та дійсної питомої ваги, схильності до подрібнення і ін.);
- технологічних параметрів (температури, тиску, теплотехнічних характеристик теплоносія, способу та швидкості підведення його теплоти, а також часу перебування біомаси в реакційній зоні);
- конструктивних особливостей (теплообмінних поверхонь апарату, геометричних розмірів шару біомаси, характеристик живильника та ін.).

Більшість відомих піролізних процесів базується на процесах піролізу кускового палива в шарі. В той же час, існує нагальна необхідність в створенні високопродуктивних апаратів, для конверсії дрібно фракційної рослинної біомаси, якій притаманна низька насипна і енергетична щільність та висока вологість.

Одним з основних недоліків піролізного процесу є відносно малий питомий вихід піролізних газів із значною кількістю (до 30%) двоокису вуглецю. В результаті, якщо брати відношення теплоти згоряння цього газу до теплоти згоряння вихідної рослинної біомаси то енергетична ефективність використання її енергії не перевищує 30 %. Деяке підвищення (15-20%) енергетичної ефективності можна досягти за рахунок крекінгу рідкої фази і особливо смол в газ, або ж шляхом використання горючого газу без охолодження і конденсації.

Метою даної роботи є вибір і обґрунтування енерготехнологічного процесу термохімічної конверсії рослинної біомаси, для підвищення енергетичної ефективності її використання.

Проведений нами техніко-економічний аналіз енергетичної ефективності використання рослинної біомаси показав, що цільова конверсія в чисто газове, рідке чи тверде паливо, з точки зору високої собівартості як їх отримання, так і вартості енергетичних продуктів (тепла і електроенергії), є малораціональним.

Зменшити собівартість кінцевих продуктів термохімічної конверсії дрібнофракційної рослинної біомаси при суттєвому підвищенні ефективності її енергетичного використання і отриманні додаткової економічної та екологічної вигоди можливо шляхом розробки енерготехнологічних технологій, які дають можливість поряд з виробництвом енергетичної продукції отримувати супутні високоліквідні продукти. Хоча, ряд авторів [2, 3] взагалі вважали, що



енергетичне використання продуктів піролізу є нераціональним, відводячи їм роль цінної хімічної сировини. Так, при вторинній переробці продуктів піролізу біомаси (особливо смол) можна отримати низку цінних хімічних речовин (наприклад, гідроксиоцтовий альдегід, левоглюкозглан, поліфеноли і ін.). Висока цінність цих продуктів, в зрівнянні з вихідним паливом, навіть при їх невеликій концентрації, робить їх отримання надзвичайно вигідним.

На сьогодні, одним з перспективних продуктів піролізу рослинної біомаси є біовуглець (biocoal). Біовуглець - це твердий залишок, утворений загальним вуглецем і мінеральною частиною біомаси. Причому, впродовж нагріву біомаси відбувається, як поступовий розподіл загального вуглецю на нелеткий вуглець, який концентрується в твердому залишку і леткий вуглець, який частково видаляється з газовою фазою, а частково залишається в твердому залишку, так і розподіл енергії вихідної біомаси між продуктами.

Саме їх співвідношення і температура процесу, в значній мірі, визначають ефективність процесу отримання біовуглецю з високими теплотехнічними і споживчими характеристиками.

Зокрема це є:

- висока теплота згоряння (20...30 МДж/кг);
- низький вміст токсичних речовин (сірки і важких металів);
- при згорянні низька емісія NO_x і нейтральність щодо викидів CO_2 ;
- висока температура плавлення золи (1400°C) запобігає її шлакуванню;
- висока енергетична щільність (особливо при грануляції), що зменшує витрати на транспортування і зберігання;
- висока гідрофобність, що забезпечує довготривале зберігання без зміни характеристик.

Біовуглець може використовуватися, як тверде паливо в побуті, як сировина для технологічних потреб промисловості (металургійної, електровугільної, фармакологічної і ін.), виробництва сорбентів (для очистки води і газів), отримання силового газу та мінерального добрива для підживлення зелених насаджень і т. ін.

Такий процес енерготехнологічного спрямування, де поряд з горючим газом отримують біовуглець, був розроблений в Інституті технічної теплофізики НАН України [4]. Його фізична модель представлена на **рис.1**.

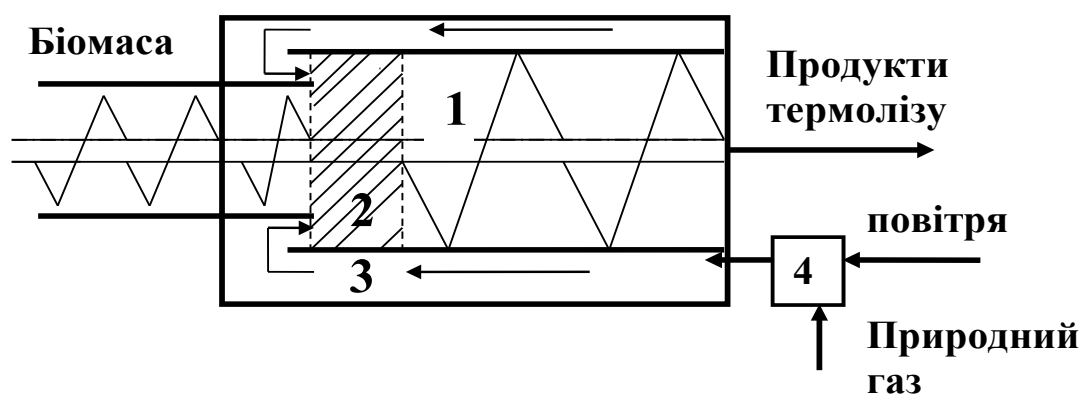
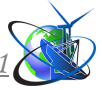


Рис.1 Фізична модель процесу термохімічної конверсії рослинної біомаси
1-камера піролізу з шнеком; 2- затиснутий шар біомаси; 3- теплова оболонка;
4- технологічна топка.



Особливість даного технологічного процесу полягає в тому, що піроліз рослинної біомаси здійснюється у режимі "теплогового удару", при допомозі високотемпературного газового теплоносія, у вигляді продуктів неповного згоряння вуглеводневого газу, який фільтруються через затиснутий рухомий шар біомаси. Це дозволяє за короткий час перевести значну частину органіки в газову фазу, зменшити вихід смол і закінчити процес на стадії відгонки летких і утворення біовуглецю.

У загальному вигляді це горизонтальний циліндричний термохімічний реактор з шнеком, який забезпечує ущільнення і переміщення рослинної біомаси вздовж камери піролізу (1). Остання має теплову оболонку (3), куди з технологічної топки (4) подається високотемпературний газовий теплоносій, у вигляді продуктів неповного згоряння вуглеводневого газу.

Теплоносій віддає певну кількість теплоти біомасі, через стінку камери піролізу, а потім надходить у камеру піролізу, де фільтрується через затиснутий рухомий шар біомаси (2). Дякуючи розвинутій поверхні пористої насадки біомаси відбувається інтенсивний її розігрів до температури розкладу органічної частини, на леткі речовини і твердий залишок. А внаслідок протікання хімічних реакцій іде подальший розклад летких речовин на більш прості. Ступінь такого перетворення регулюється температурою процесу і часом перебування біомаси у камері піролізу.

Такий процес дозволяє:

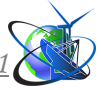
- ✓ піддавати конверсії різні види рослинної біомаси без обмежень по фракційному складу, вологості, зольності чи температурі шлакування;
- ✓ впливати на теплоту згоряння піролізного газу і якість біовуглецю;
- ✓ зменшити кількість смоли в газі, що спрощує систему його очистки.

Особливості процесу дозволяють отримати і додаткові переваги:

- газовий теплоносій, у вигляді продуктів неповного згоряння вуглеводневого газу, забезпечує високу стабільність процесу та характеристик піролізного газу, при зміні вологості біомаси чи технологічного режиму;
- затиснутий шар: запобігає механічному виносу частинок біомаси і дозволяє форсувати швидкість фільтрації теплоносія та інтенсифікувати тепло-масообмінні процеси в реакційній зоні, а також збільшує коефіцієнт заповнення реактора, що підвищує продуктивність установки і зменшує її вагу - габаритні характеристики;
- шнек забезпечує рівномірне переміщення біомаси по довжині реактора, що дозволяє, інтенсифікувати тепло-масообмінні процеси і отримати біовуглець однорідної якості, без обгару і спікань.

Загалом, всі наведені особливості призводять до інтенсифікації процесу і підвищення ефективності термохімічної конверсії рослинної біомаси, що дозволяє створити високопродуктивне і малогабаритне обладнання.

Керувати процесом піролізу, для утворення потрібних кінцевих продуктів можна, змінюючи технологічні параметри процесу (температуру, тиск, швидкість нагріву, час перебування біомаси в реакційній зоні, характеристики теплоносія).



Саме визначення залежностей виходу продуктів піролізу і їх якості, від вище приведених факторів, вимагало проведення комплексу аналітичних і експериментальних робіт.

Як показує аналіз літературних джерел, точний розрахунок складу продуктів термічного розкладу твердих палив, є доволі складною задачею, оскільки ряд кінетичних характеристик, необхідних для розрахунку, або відсутні взагалі, або вивчені недостатньо. При вирішенні ж поставленої задачі, достатньо знати більш прості речі, а саме: яка загальна кількість летких і біовуглецю може виділитись з вихідної сировини, який їх елементарний склад та необхідні технологічні умови процесу.

Розроблена нами математична модель і програма розрахунку, які висвітлені в окремій публікації [5], та проведені раніше експериментальні дослідження [6], були направлені на отримання детальної інформації про ці параметри робочого процесу. Тобто, визначалося розподілення температур твердої фази і газових компонентів та їх вихід по довжині реактора, в залежності від температури процесу, характеристик газового теплоносія, часу перебування біомаси в реакційній зоні, а також від її вихідних фізичних характеристик. Так, наприклад, на **рис.2** приведено картину прогріву шару рослинної біомаси вологістю 30%, газовим теплоносієм, з початковою температурою 1020...1040°C, по довжині реактора (L,м), а на **рис.3** - вихід біовуглецю (1) і летких (2) по довжині реактора при тих же умовах.

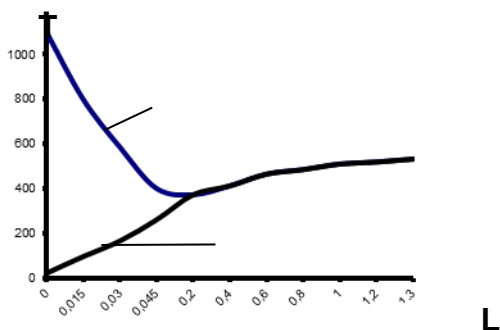


Рис.2 Зміна температури шару біомаси($T_{ш}$) по довжині реактора (L, м), при температурі теплоносія ($T_{гг}$) 1040°C.

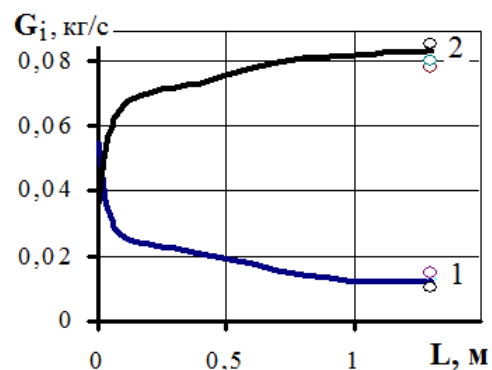


Рис.3 Вихід біовуглецю (1) і летких (2) з біомаси вологістю 30%, по довжині реактора (L, м).

На приведених графіках видно, що поблизу вхідного перерізу реактора, фізико-хімічні процеси мають високу інтенсивність, оскільки вони проходять в режимі «теплого удару». Це дозволяє, при довжині камери піролізу $L=1,3$ м, ефективно нагріти шар біомаси до заданої температури розкладу (450...500 °C) на леткі і біовуглець. При цьому встановлено, що даний діапазон температур процесу є оптимальним для їх виходу з високою теплотою згоряння (**рис.4**).

Поряд з розглянутими технологічними параметрами, суттєвий вплив на ефективність процесу мають і інші фактори, вихідні дані яких необхідні для розрахунку як технологічного процесу, так і конструктивних особливостей



установки. Зокрема, це гідромеханічні характеристики затиснутого шару біомаси при фільтрації газового теплоносія (визначення оптимальної товщини шару біомаси, порозності і дійсної швидкості фільтрації). Їх вихідні дані були визначені в ході аналітичних і експериментальних досліджень.

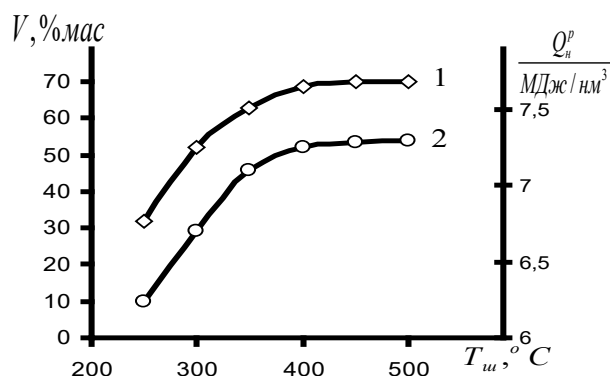


Рис.4 Залежність виходу летких (1) і їх теплоти згоряння Q_p (2), від температури процесу ($T_{ш}$).

Для цього була створена спеціальна лабораторна установка, принципова схема якої приведена на **рис 5**. Вона включає: камеру згоряння, реакційну зону, робочу зону, системи вимірювання і регулювання витрат природного газу та повітря, контрольно-вимірювальну апаратуру, а також систему допалювання продуктів піролізу.

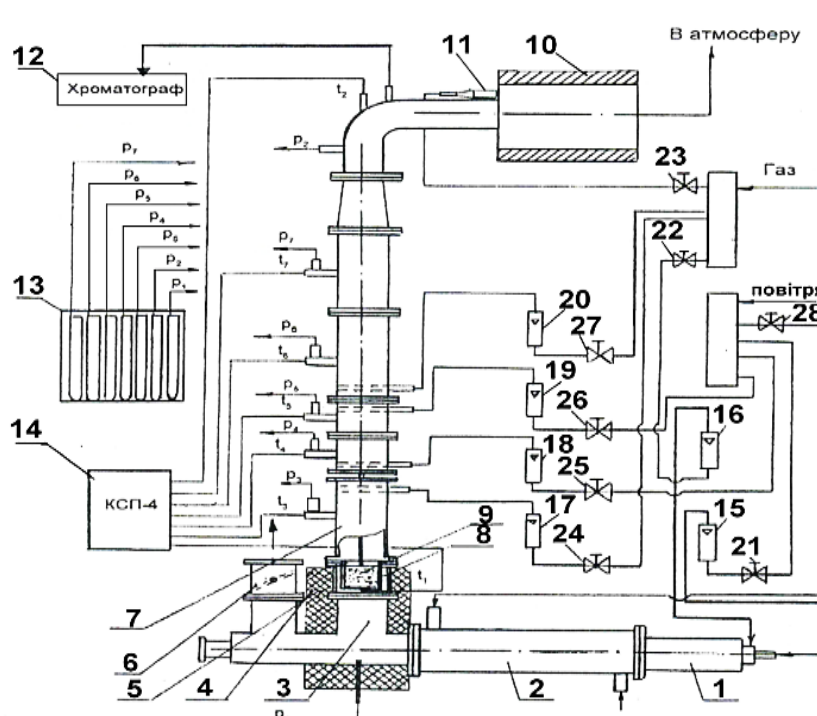
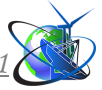


Рис.5 Принципова схема лабораторної установки для дослідження процесу термохімічної конверсії рослинної біомаси

1 - камера згоряння, 2 - реакційна зона, 3, 6 - заслінка, 4 - теплоізоляція, 5 - байпас, 7 - робоча зона, 8 - колосник, 9 - дослідна біомаса, 10 - камера допалювання, 11 - запальник, 12 - газовий хроматограф, 13 - манометри, 14 - реєстратор температури, 15 – 20 - ротаметри, 21 – 28 - регулююча



Камера згоряння (1) є камерою згоряння попереднього змішування природного газу і повітря. Одержана суміш, з необхідним надлишком повітря ($\alpha < 1$), проходить через пористу керамічну насадку і згоряє, утворюючи продукти згоряння з визначеними параметрами.

Витрати матеріальних потоків, на камеру згоряння, контролюються ротаметрами: повітря - РМ – 40 (15), природний газ - РМ - 4 (16), а їх співвідношення регулюється відповідними вентилями (21, 22) таким чином, щоб процес згоряння відбувався в дві стадії. На першій стадії, природний газ згоряє з коефіцієнтом надлишку повітря $\alpha = 0,7 - 0,75$, а на другій стадії, на виході камери згоряння подається певна кількість природного газу з тим, щоб температура продуктів згоряння була у визначених межах. На виході камери згоряння контролюється температура, тиск і склад газу. Технологія отримання газового теплоносія з визначеними характеристиками розглянута авторами в окремій публікації [7].

Далі продукти згоряння надходять, або у робочу зону (7), або по байпасній лінії (5), в атмосферу. Перемикання потоку відбувається за допомогою заслінок (3 і 6).

Робоча зона (7) висотою 360 мм та діаметром 100 мм виконана секційною по 60 мм, з жароміцної сталі. В середній частині кожної секції, крім третьої (рахуючи від колосника), є штуцера для вимірювання температури і тиску.

Температури вимірювалися за допомогою термопар градування ХА і реєстрацією значень на КСП-4 (14). Тиск вимірювався за допомогою U-подібних рідинних манометрів (13).

Для аналізу складу газу використовувалися хроматографи ЛХМ-80 і „Газохром-3101”. Газ на аналіз відбирався на вході і виході реакційної та робочої зони і проводився по таких компонентах: водень, оксид вуглецю, двооксид вуглецю, метан, етан, пропан, кисень, азот, аргон.

В експериментах використовувалася тріска дуба з вологістю 30 ... 35%.

Методично експерименти проводились таким чином. В робочу зону установки насипалася тріска визначеної кількості, через шар якої фільтрувалися теплоносії чи повітря. Під час експерименту контролювалися: час конверсії, температура, склад газу і витратні параметри вхідних матеріальних потоків (газ/повітря). Наприкінці експерименту залишок зважувався на аналітичних вагах.

Згідно проведеного літературного аналізу, шар дослідного матеріалу по своїй структурі, розглядався як пориста стінка. Щодо процесу протікання рідин і газів через пористі матеріали опублікована велика кількість робіт. Частина авторів розглядали фільтрацію як вторинну задачу (перетікання в каналах між частинками) [8, 9,10], інші – як зовнішню задачу (обтікання частинок) [11]. В цій роботі описаний так званий узагальнений метод розрахунку гідравлічного опору шару пористого матеріалу. Автор виходить із „струменевості” потоку і приймає, що головним явищем, яке визначає опір руху потоку є періодичне звуження струмин при проході через ділянку перерізу, де є найбільше зближення частинок матеріалу, та подальше їх розширення.

Грін і Дувер [12], а пізніше Ю.В.Ільїн [13] розглядаючи модель пористої



стілки, поверхні якої з'єднуються прямолінійними паралельними каналами з рівномірно розміщеними по їх довжині діафрагмами, на основі теорії розмірності одержали залежність, яка найбільш повно відображає фізичний зміст явищ, при протіканні рідини чи газу через пористу стінку.

Проте, при виводі формул, на базі всіх цих теорій, приймається стільки спрощень, що результат обезцінюється. Тому, на практиці, коефіцієнти гідравлічного опору пористих матеріалів визначаються дослідним шляхом, з наступним поширенням їх на певні групи пористих середовищ на основі загальних положень теорії подібності.

В нашому випадку, необхідність визначення гідромеханічних характеристик затиснутого шару (товщини шару, порозності, дійсної швидкості фільтрації теплоносія), обумовлена гідравлічним опором шару при якому забезпечується стабільна і безпечна робота пальника та іншого обладнання.

Експерименти проводилися у стаціонарному режимі, шляхом продувки визначеного шару біомаси, спочатку холодним повітрям, а потім гарячим газовим теплоносієм, у вигляді продуктів неповного згоряння природного газу. Моделювання затиснутого шару, тобто підтискуючої спроможності шнеку, здійснювалося шляхом зміни його товщини (висоти) і відповідно порозності шару біомаси. Затиснутий шар біомаси, по своїй структурі, розглядався як пориста стінка з частинками нерегулярної форми. Тому, для дослідження гідромеханічних характеристик була використана відома методика [13, 14], яка широко використовується при дослідженні течії рідини та газів в різних пористих системах згідно рівняння:

$$\frac{P_n^2 - P_k^2}{h} = \alpha(2RT)\mu j + \beta(2RT)j^2; \quad (1)$$

де: P_n^2 та P_k^2 – тиск, відповідно, на вході та виході з шару, Па; h – товщина шару, м; j – питомі витрати газу, $\text{кг/м}^2 \text{ с}$; R – газова стала, Дж/кг К; T – абсолютна температура газу, К; μ – динамічна в'язкість, Па с; α – в'язкісний коефіцієнт опору, м^{-2} ; β – інерційний коефіцієнт опору, м^{-1} .

Значення в'язкісного (α) і інерційного (β) коефіцієнтів опору пористого шару визначалися експериментально по витратним характеристикам, приведених в таблиці 1 і узагальнених на рис. 6.

Таблиця 1 - Зміна перепаду тиску по товщині шару тріски в залежності від питомих витрат повітря, що фільтрується через шар

Питомі витрати повітря, $\text{кг/м}^2 \text{ с}$	Зміна перепаду тиску по товщині шару, ΔP , кПа				
	0,03 м	0,09 м	0,21 м	0,27 м	0,33 м
0,3	0,059	0,137	0,235	0,274	0,314
0,38	0,098	0,216	0,392	0,431	0,47
0,48	0,176	0,288	0,61	0,666	0,706
0,57	0,235	0,431	0,823	0,882	0,921
0,66	0,294	0,568	1,08	1,2	1,25
0,75	0,392	0,725	1,35	1,49	1,53

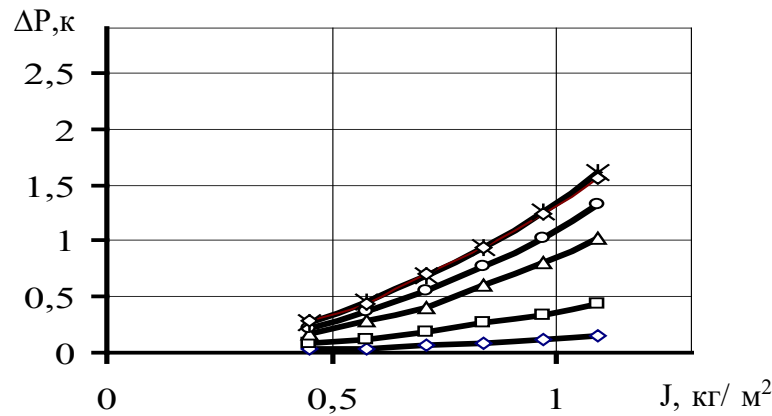
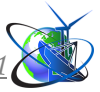


Рис.6 Зміна перепаду тиску по товщині шару тріски ($h, \text{м}$: 1-0,03; 2-0,09; 3-0,21; 4-0,27; 5-0,33;) з порозністю $\varepsilon=0,41$, в залежності від питомих витрат повітря (j), що фільтрується через шар.

Для двох крайніх значень питомих витрат повітря, взятих з витратної характеристики пористого шару (рис.6), розраховуємо значення комплексу A :

$$A = \frac{P_n^2 - P_k^2}{2jhRT} \quad (2)$$

В координатах A - j , строїмо графік (рис.7) рівняння якого є: $A = B_1 j + B_0$.

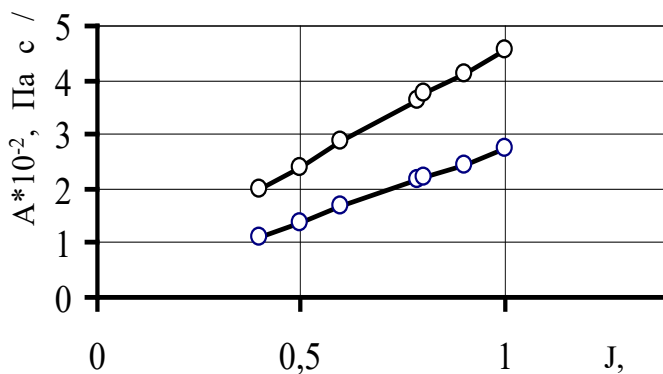


Рис.7 Графік функції $A=f(j)$ для шару тріски товщиною: 1 - 0,09м, 2 - 0,33 м

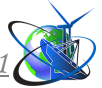
По графіку функції $A=f(j)$ (рис.7) знаходимо коефіцієнти B_0 і B_1 , а потім визначаємо коефіцієнти $\alpha = B_0/\mu$ і $\beta = B_1$, які дозволяють визначити модефіковане число Рейнольдса

$$\text{Re} = \frac{\beta j}{\alpha \mu}; \quad (3)$$

і розрахувати коефіцієнт гідравлічного опору шару біомаси по формулі Р.С. Бернштейна, В.В. Померанцева і С.Л. Шагалової [15].

$$\chi = \frac{8K}{\text{Re}} + \frac{7,2}{\text{Re}^{0,5}} + 0,645 \quad (4)$$

де константа Козені-Кармана ($K=6,5$) для полідисперсного шару тріски нерегулярної форми визначена за експериментальними даними.



Аналіз залежності коефіцієнту гідравлічного опору шару тріски від модифікованого числа Рейнольдса, в порівнянні з даними інших авторів [15, 16], підтверджує правомірність приведення часток тріски до сферичної форми.

Проведеними дослідженнями також встановлена залежність гідравлічного опору шару від порозності шару, та питомих витрат повітря, що фільтрується через шар (рис.8). Це дозволило визначити його граничні межі, обумовлені характеристиками роботи газового пальника низького тиску, вентилятора та іншого обладнання.

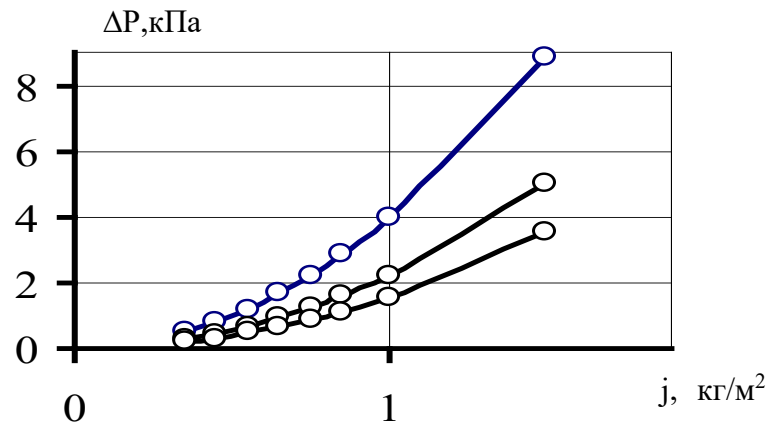


Рис.8 Зміна перепаду тиску в шарі товщиною 0,33м, в залежності від питомих витрат повітря при різній порозності шару: 1-0,35; 2-0,41; 3-0,45

Зміна гідравлічного опору шару порушує не тільки умови роботи приведенного обладнання, але й змінює дійсну швидкість фільтрації теплоносія. А згідно гіпотези Б.І.Китаєва [17] про механізм виносу горючих компонентів із зони реакцій, та дифузії CO_2 до поверхні біовуглецю є визначальним фактором регулювання інтенсивності процесу.

Так, умови затиснутого шару, наприклад, для фракції біомаси з характерним розміром 0,025м, дозволили досягати рекомендованої З.Ф. Чухановим і Н.В.Лавровим [18] дійсної швидкості фільтрації 2,2 м/с на холодне дуття повітря. Це притому, що нині в працюючих агрегатах, в силу різних обмежень, швидкість фільтрації, наприклад, для шарового процесу, не перевищує 0,5 - 0,8м/с.

Висновки.

В роботі показано, що одним з найбільш ефективних шляхів використання рослинної біомаси є її комплексна термохімічна конверсія в енергетичні і супутні продукти з високими споживчими характеристиками.

Експериментально досліджені і уточнені основні гідромеханічні характеристики полідисперсного шару тріски нерегулярної форми (розмір фракції – 0,03 – 0,04 м, товщина шару – до 0,35 м, дійсна швидкість фільтрації 2 - 2,5 м/с, гідравлічний опір шару – не більше 3 кПа, які забезпечують стабільну і безпечну роботу пальника та іншого обладнання.

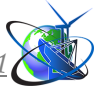
Експериментально визначена константа Козені-Кармана для такого шару, завдяки чому, була уточнена емпірична залежність коефіцієнту гідравлічного опору шару від модифікованого числа Рейнольдса.



Література

1. Калетнік Г.М. Біопаливо. Продовольча, енергетична та економічна безпека України: монографія.-К.: Хай-Тек Прес, 2010.– 516с.
2. Шишаков Н.В.. Основы производства горючих газов. Госэнергоиздат, 1948.
3. Чуханов З.Ф. Комплексное энерго-химико-технологическое использование твердого топлива. Вестник Академии наук СССР, 1949, №9, с.62.
4. Патент UA 102789 C2 Україна, МПК C10B 51/00, C10B 53/02, C10B 53/00, C10J 3/00, F23J 15/00, F23G 5/027, F23G 7/00, F23L 15/00. Спосіб енерготехнологічної переробки біомаси / Носач В.Г., Басок Б.І., Білека Б.Д., Демиденко С.К., Погожев В.М., Склярєнко Є.В.- № а201207752; заявл.: 25.06.2012; публ.: 12.08.2013, Бюл. № 15.
5. Баштовой А.И., Склярєнко Е.В. Математическое моделирование процесса газификации древесины // Промышленная теплотехника. 2006. –т.28, №6. –С.71-77.
6. Носач В.Г., Склярєнко Е.В., Родионов В.И. Исследование термохимической переработки древесины в зажатом подвижном и фильтруемом слое // Промышленная теплотехника. 2005. –т.27, №5. –С.66-69.
7. Склярєнко Є. В., Воробйов Л.Й. Дослідження характеристик газового теплоносія для термохімічної конверсії рослинної біомаси. Modern engineering and innovative technologies. 2020, №12, Part 1. P.71-81.
8. Kozeny J.S. Akad. Wiss Wien (Abt. IIa), 136, 271 (1927).
9. Carman P.C. Flow of Gases through Porous Media, London, 1956.
10. Коллеров Д.К. Хим.пром. №2, 163 (1959) и др.
11. Happel J. Am. Inst. Chem. Eng. J., 4, 197 (1958).
12. Green G., Duwer P. Journal of applied Mechanics. 1951. vol. 18, №1.
13. Ильин Ю.В. Течение газа через пористые металлические стенки. Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 1959, №1. С. 65-73.
14. Пористые проницаемые материалы: Справ. изд./Под ред..Белова С.В. М.: Металлургия, 1987. с.28-40.
15. Бернштейн Р.С., Померанцев В.В., Шагалова С.Л. Сб. «Вопросы аэродинамики и теплопередачи в котельно-топочных процессах» Госэнергоиздат, 1958.-С.267.
16. Ишкин И.П., Каданер М.Г. Кислород, №3, 8 (1952) .
17. Китаев Б.И. О выносе горючих компонентов из кислородной зоны. Тезисы доклада на 3-й научно-технической конференции по газификации твердого топлива, Москва, 1955.
18. Лавров Н.В. Влияние концентрации кислорода и температуры реакции на скорость окисления углерода. Диссертация МХТИ, 1939. Известия АН СССР, ОТН, 1940, 8, 83.

Abstract. The article considers the prospects for the energy use of plant biomass and ways to improve the energy efficiency of its use. The choice and substantiation of the energy-technological



scheme of the process of preliminary thermochemical conversion (processing) has been carried out. The essence of this technological process lies in the fact that the conversion of plant biomass is carried out in the "thermal shock" mode using a high-temperature gas coolant in the form of products of incomplete combustion of hydrocarbon gas filtered through a clamped moving layer of biomass. This allows for a short time to transfer a significant part of the organics into the gas phase, reduce the yield of resins and complete the process at the stage of volatile distillation and creation of biocoal. The advantages and disadvantages of the proposed technological process, as well as the main factors affecting its effectiveness, are considered. In particular, the issues of the influence of the hydromechanical characteristics of the clamped layer (layer thickness, its porosity, the actual rate of gas coolant filtration through the biomass layer) are considered, and their optimal parameters are determined.

Key words: *milling peat, thermochemical conversion, hydromechanical characteristics of the clamped biomass layer.*

Стаття підготовлена у рамках виконання науково–дослідної відомчої тематики ІТТФ НАН України, тема "Розвиток методів та засобів підвищення екологоенергетичної ефективності в газотурбобудуванні та теплоенергетиці" (шифр 1.7.1.896).

Стаття відправлена 17.06.2022р.
© Скляренко Є.В., Воробйов Л.Й.



УДК 536.24:621.184.5

QUANTITATIVE EMISSIONS OF SUSPENDED SOLID PARTICLES AT DIFFERENT COMBUSTION TECHNOLOGIES**КІЛЬКІСНІ ПОКАЗНИКИ ВИКИДІВ СУСПЕНЗОВАНИХ ТВЕРДИХ ЧАСТИНОК ПРИ РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ СПАЛЮВАННЯ**

Sheleshei T.V. / Шелешей Т.В.

с.т.с./к.т.н.

ORCID: 0000-0002-7242-4107

Bednarska I.S. / Беднарська І.С.

assist. / асист.

ORCID: 0000-0002-5558-4467

Меренгер П.П. / Merenher P.P.

senior lecturer / ст. викл

Budya Yu.S. / Будя Ю.С.

student / студент

“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Politechnichna, 6, 03056
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
ім. Ігоря Сікорського», Київ, Політехнічна, 6, 03056

Abstract. The main problem of all thermal power plants is the impact on the environment. After all, with all available technologies for reducing emissions and disposing of waste, the damage to the environment is quite large. Emissions from boiler exhaust gases (including thermal pollution), fuel waste, combustion products (ash and slag), emissions of polluted water into natural reservoirs (lakes, rivers, etc.).

Changes in combustion technology can affect many factors and can also be used as primary means to reduce emissions of fly ash, SO₂, NO_x and other fuel components. Due to calculations and comparison of quantitative characteristics with the help of graphs, it is noticeable that the change in the emission index of particulate matter k is influenced by: fuel ash content; heat of combustion; combustion technology; particle removal rate α_{vin} . There are some relationships between the above indicators and the emission factor. According to calculations, the best in terms of emission reductions is combustion in a cyclone furnace (with a horizontal pre-furnace). Note the disadvantages of this method of combustion, namely: increased NO_x emissions due to high combustion temperature; increase in loss in the boiler q_6 - heat loss of slag; increase of own expenses of the electric power for increase of draft and work of blowers.

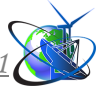
So, we see that the introduction of such technologies is a complex issue. There are many factors to consider, but saving on the environment is like saving on yourself. In the future. After all, our procrastination is reflected not only now and not only on us. But also in the future of our descendants. And it is our current actions that will determine what their future and ours will be.

Keywords: Environmental energy problems, harmful emissions, combustion technologies, solid suspended particles

Introduction.

The entire energy sector of Ukraine is united in the UES - the United Energy System. It has 8 hydropower plants and 3 hydroelectric hydropower plants (PSPs), 4 operating nuclear power plants, 15 thermal power plants, 43 thermal power plants - thermal power plants, many solar power plants and many wind farms. However, thermal power plants have become the most widespread.

Thermal power plant (TPP) - a power plant that uses the chemical energy of fossil fuels (coal, peat, fuel oil, natural gas, etc.) to heat the working fluid (usually



water) in the boiler furnace, bringing steam to certain parameters and using its kinetic energy to develop turbine torque. The torque of the turbine rotor is transmitted to the stator of the generator, where an electric current is produced by the phenomenon of electromagnetic induction.

The main problem of all thermal power plants is the impact on the environment. After all, with all available technologies for reducing emissions and disposing of waste, the damage to the environment is quite large. Emissions from boiler exhaust gases (including thermal pollution), fuel waste, combustion products (ash and slag), emissions of polluted water into natural reservoirs (lakes, rivers, etc.).

Therefore, during the development of thermal energy, many ways and solutions have been found to reduce the harmful effects of the operation of the plant. Such as: installation of filters and technologies for catching flue gas cleaning (electrostatic precipitators, bag filters, scrubbers, cyclones, etc.); improving fuel preparation; change of boiler design; changing the combustion process and new combustion methods.

Main text

Changes in combustion technology can affect many factors and can also be used as primary means to reduce emissions of fly ash, SO₂, NO_x and other fuel components. Measures to modify the combustion process include: reducing power; modification of burners; modification of the combustion process in the middle of the furnace; modification of the fuel and air mixing system (eg flue gas recirculation, pre-mixing of fuel with air, use of additives, fuel mixing, drying, fine grinding, gasification, pyrolysis).

When burning fossil fuels, its mineral part (inorganic impurities) are converted into ash and partially come out of the boiler in the form of volatile ash with flue gases. Particles in the flue gases, such as fly ash, enter the equipment to control particulate matter. The characteristics and amount of fly ash depend on the fuel, such as the mineral composition of the coal and the type of combustion. Consider the basic technologies of coal combustion on the example of the design of furnaces and their upgrades.

Boiler plants with solid slag removal or TSHV operate at a temperature below the melting point of ash near the walls of the furnace or heating surfaces. The highest temperature is set in the core of the torch in the central part of the furnace, located approximately at the level of the burners. As a result of heat transfer to the furnace screens, an isotherm with a relatively low temperature is located near them. As the ash melted in the core of the torch moves to the periphery and enters the region of relatively low temperature ash particles are cooled and solidified. Thus, the ash particles when heated in the core of the torch and then cooled near the furnace screens twice undergo all stages of change of physical state from solid to liquid (or softened) and back. On the way up, the ash particles are also cooled together with the gases and must be carried out of the furnace in a granular (hardened) state.

In furnaces with liquid slag removal or RSHV, the temperature in the lower part of the combustion chamber is maintained so as to ensure not only complete melting of the slag but also their reliable removal in liquid form from the furnace.

The disadvantages of the furnace with liquid slag removal include increased



losses with the physical heat of the slag. For multi-ash fuel, these losses can reach 2-3%. However, it should be noted that the heat of the liquid slag and the slag itself can be used for various technological processes.

The main disadvantages of cyclone furnaces include: problems with burning coal with a low yield of volatile, as well as highly humid coal; increase in heat loss with physical heat of slag (more than 2%); increased energy consumption for blasting; relatively high yield of nitrogen oxides due to the high temperature in the cyclone chamber.

Combustion in a fluidized bed takes place in a hot fluidized bed, in which combustion air is introduced into the lower part of the furnace. As CFC systems appeared for the combustion of coal and lignite, they became predominantly used in industrial combustion plants. Sand is usually used as the fluidized bed material, especially during start-up. The layer, which includes fuel (1 to 3% of the layer material), ash and sorbents, is fluidized with air coming from the bottom up, and the temperature of the layer provides fuel combustion.

Therefore, we will calculate and demonstrate the value of the coefficient k for each type of fuel for different combustion technologies. Here are some graphs.

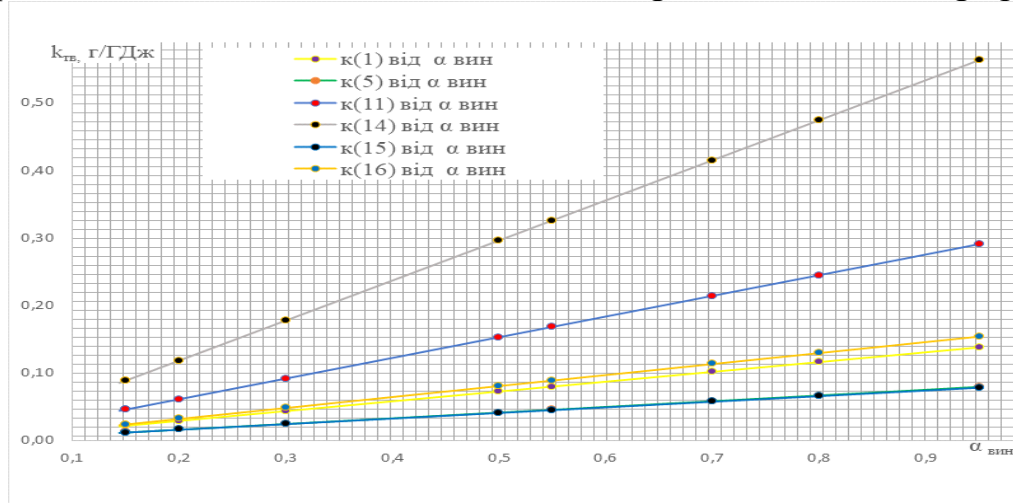


Figure 1 - dependence of the emission index k (g / GJ) on the indicator α_{vin}

Figure 1 shows the dependence of the emission factor k on the removal rate of particles α_{vin} . There is a noticeable tendency that for all types of fuel the value of the emission indicator k increases linearly with increasing α value.

It is noticeable that the fuel from the Mukachevo field has the greatest value of emission. It is noticeable that this fuel has the highest content of AP ash - 24.8%, but the lowest value of carbon C^P - 19.6% and sulfur S^P - 0.4%.

At the same time, the lowest indicator of particulate matter emissions k has a fuel - coke breeze (note also that this fuel has the lowest percentage of hydrogen hydrogen - 1.4% and the lowest ash content of A^P - 12%).

The graph above shows the dependence of the emission index of particulate matter k and the heat of combustion of fuel Q_p . The schedule tends to decline. That is, regardless of the combustion technology with increasing heat of combustion of fuel, the emission of particulate matter is reduced.

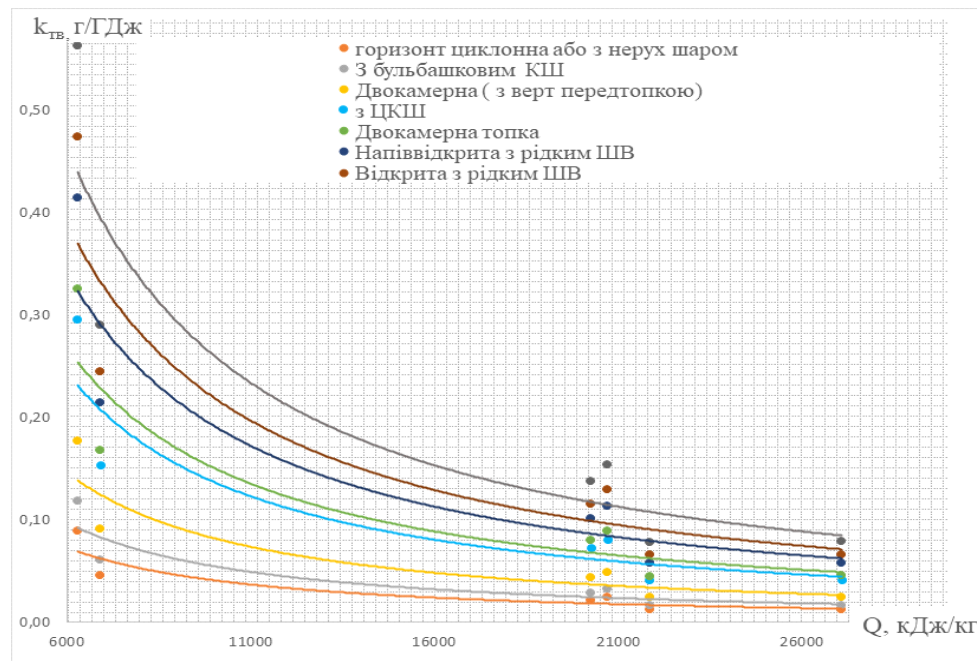


Figure 2 - the dependence of the emission of particulate matter emissions to g / GJ on the heat of combustion $Q \text{ kJ / kg}$

Conclusions.

Due to calculations and comparison of quantitative characteristics with the help of graphs, it is noticeable that the change in the emission index of particulate matter k is influenced by: fuel ash content; heat of combustion; combustion technology; particle removal rate α_{vin} .

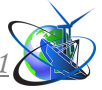
There are some relationships between the above indicators and the emission factor. According to calculations, the best in terms of emission reductions is combustion in a cyclone furnace (with a horizontal pre-furnace). Note the disadvantages of this method of combustion, namely: increased NO_x emissions due to high combustion temperature; increase in loss in the boiler q_6 - heat loss of slag; increase of own expenses of the electric power for increase of draft and work of blowers.

Therefore, this method is not an ideal solution from an environmental point of view. However, combining it with other methods such as: installation of additional filters (fabric and electric filters); use of modern technologies of fuel preparation and storage; inclusion in the fuel-air path of scrubbers (wet Venturi scrubber), cyclones, etc.

So, we see that the introduction of such technologies is a complex issue. There are many factors to consider, but saving on the environment is like saving on yourself. In the future. After all, our procrastination is reflected not only now and not only on us. But also in the future of our descendants. And it is our current actions that will determine what their future and ours will be.

References

1. National plan to reduce emissions from large power plants, dated November 8, 2017 № 796-r. Kyiv. Order, Cabinet of Ministers of Ukraine. S. 99.

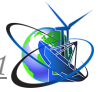


2. Khmara D. O. "Comparative analysis of ecological component in energy strategies of Ukraine and EU", Materials of public discussion carried out jointly with the Committee of the VR of Ukraine on May 15, 2008. Kyiv, 2008, pp. 34–39.
3. Volchin IA, Gaponich LS, Zgoran IP Choice of flue gas desulfurization technology for Ukrainian coal thermal power plants. Scientific works of the National University of Food Technologies. 2018. T. 24. № 4. S. 154–168.
4. Batorshin VA, Kotler VR Solving environmental problems in US coal energy. Energy abroad. 2014. № 1. S. 15–20.
5. Volchyn IA, Kolomiets OM, Yasynetsky AO Numerical study of the process of sulfur purification by semi-dry ammonium method. Energy technologies and resource saving. 2015. № 3. S. 29–37.
6. Zhang, G.; Huang, X.; Liao, W.; Kang, S.; Ren, M.; Jing Hai, J. Measurement of dioxin emissions from a small-scale waste incinerator in the absence of air pollution controls. Int. J. Environ. Res. Public Health 2019, 16, 1267.
7. Lukáč, L.; Rimár, M.; Variny, M.; Kizek, J.; Lukáč, P.; Jablonský, G.; Janosovsky, J.; Fedák, M. Experimental investigation of primary De-NO_x methods application effects on NO_x and CO emissions from a small-scale furnace. Processes 2020, 8, 940.
8. Continuous Exhaust Gas Monitoring System by Envag — Information Data. Available online: <https://envag.com.pl/produkty/systemy-monitoringingu-emisji/> (accessed on 14 May 2021).
9. James G. Speight, in The Refinery of the Future (Second Edition), 2020
10. Fedorenko OI Ecology and energy saving of Ukraine. Energy security of Ukraine. "Environmental Protection" series. August 2005. № 8. S. 19–27.
11. Тумановский А.Г. Environmental problems of thermal power plants. Power plants. 2005. № 1. S. 17–27. 12. GKD 34.02.305-2002. Emissions of pollutants into the atmosphere from power plants. Method of determination. Kyiv, 2002.

Анотація. Головною проблемою всіх теплових електростанцій є вплив на екологію. Адже за всіх наявних технологій зменшення викидів та утилізації відходів шкода для навколишнього середовища доволі велика. Викиди з вихідними газами котла (включаючи теплове забруднення), відходи паливного господарства, продукти згорання (зола та шлак), викиди забрудненої води в природні водоймища (озера, річки і тд).

Зміни в технології спалювання можуть вплинути на безліч факторів та можуть також використовуватись як первинні засоби для зниження викидів леткої золи, SO₂, NO_x та інших складових палива. Завдяки проведенню розрахунків та порівняння кількісних характеристик за допомогою графіків помітно, що на зміну показника емісії твердих частинок κ впливають: зольність палива; теплота згорання; технологія спалювання; показник виносу частинок $\alpha_{\text{вин}}$. Помітні певні залежності між наведеними вище показниками та коефіцієнтом емісії. Згідно розрахунків найкращим з точки зору зменшення викидів є спалювання в циклонній топці (з горизонтальною передтопкою). Відмітимо і мінуси цього способу спалювання, а саме: підвищений викид NO_x через високу температуру спалювання; збільшення втрати в котлі q_6 – втрати з теплою шлаку; збільшення власних витрат електроенергії на підвищення тяги та роботидутьових вентиляторів.

Отже, бачимо, що впровадження таких технологій – питання комплексне. Потрібно врахувати багато факторів, проте економити на екології це все одно, що економити на собі. На своєму майбутньому. Адже наше зволікання відображається не лише зараз і не лише на нас. Але і на майбутньому наших нащадках. І саме від наших



теперішніх дій буде залежати, яким саме буде їхнє та наше майбутнє.

Ключові слова: Екологічні проблеми енергетики, шкідливі викиди, технології спалювання, тверді суспендовані частинки

Стаття отправлена: 25.06.2022 г.

© Шелешей Т.В., Беднарська І.С., Меренгер П.П., Будя Ю.С



УДК 636.2. 082.0.84.085.7. 2.11

DEVELOP RECIPES FOR RATIONS FOR SUCKLING YOUNG OF MEAT COMOLA SIMMENTAL IN THE STALL PERIOD OF CULTIVATION IN THE WESTERN CARPATHIANS**РОЗРОБКА РЕЦЕПТІВ РАЦІОНІВ ДЛЯ ПІДСИСНОГО МОЛОДНЯКУ М'ЯСНОГО КОМОЛОГО СИМЕНТАЛУ У СТІЙЛОВИЙ ПЕРІОД ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ****Kalynka A.K. / Калинин А.К.***Candidate of Agricultural Sciences,**Agricultural Experimental Station of Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS**Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону Національної академії аграрних наук України***Prylipko T.M. / Приліпко Т.М.,***d.a.s., prof. / д.с.н., проф.**ORCID: 0000-0002-8178-207X**Higher education institution Podolsk State University,**Kamianets-Podilskiy, Shevchenko, 13, 32300**Заклад вищої освіти Подільський державний університет***Korkh I.V. / Корх І.В.***к. с. -г. н, с. н. с. / Ph.D., o.s.s., n. s. . w.**Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine**Інститут Тваринництва НААН*

Abstract. The results of studies on the development and optimization of the composition of feeding rations for suckling calves meat simental in the stall period and the establishment of their efficiency taking into account zonal peculiarities of the chemical composition of the feed. We have found that differences in the consumption and cost of nutrients of feed between the experimental groups was not significant. It is established that during the main period of experiment in heifers of the experimental group, which were injected drug, average daily gain was 750,1 g that on 100,0 g or 15.4 %, $P < 0,01$ more peers in the control group who were using the fodder of the economy without the introduction of drugs. While the growth rate of calves, which were injected drug research during the main period of experience was 830,2 g that 150,1 g or 22,1 %, $P < 0,001$ analogs more control. Studies have shown that in the final period of experiment, daily gains of heifers of the experimental group was – 870,2 g that 230,1 g, or 35,9 percent, $P < 0,001$ more from peers in the control group. In bulls of the experimental group, the same indicator was more than control peers on 190,1 g or 25,0 %, $P < 0,01$. The results of studies for the whole period of experiment in heifers of the experimental group the average daily gain was equal to – 800,3 g that 150,1 g or 23,1% more peers control, gobies of the experimental group during this period was dominated by the control – on 310,0 g or 53,4% of the. Determined that the best feed products also have Chicks of the experimental group and amounted to 3,32 K. U., K. 0,51 units or 13,3% less than peers in the control group, and the cost of feed per unit of gain in bulls – of 3,04 K. U., K. 0,67 units or 18,1 per cent is also less than the control group with the concentration of metabolizable energy in one kilogram of dry matter of Chicks of the experimental group 20,5%, and calves – 19,5% inferior to their peers in the control group. The studies proved that in the blood of heifers and steers treated with experimental drug, increased red blood cell count of 6,5 and 4,7 per cent, the hemoglobin concentration 3,9 and 8,7 %, the content of total protein 10,4 and 12,3 %, albumin – 11,4 and 16,4 %, total calcium by 2,0 and 2,4 %; inorganic phosphorus – by 4,2% and 12,5 %; the activity of the enzymes alanine - and aspartataminotransferase – 6,7 and 10,5 and 4,9 and 9,7 %, of alkaline phosphatase activity – 2,2 and 3,7 %, compared with the control group.

Keywords: breed, technology, heifers, diet, feed, daily gains, productivity, cost.



Постановка проблеми.

In the conditions of the Ukrainian market where the food problem is the most acute for the Ukrainian population [2]. Analysis of the dynamics of cattle, milk and beef production in Ukraine shows that the food problem is quite relevant today [3,5, 7]. In this regard, domestic zootechnical science has been enriched with important data that suggest that further improve the quality of feeding ruminants in general, and meat, in particular, should be not only to increase the rate of metabolic energy and nutrients in the daily diet, but and increasing its biological value for the conditions of the Carpathian region.

A special place in the structure of meat resources is occupied by ruminant meat, which is in great demand both in the domestic and foreign markets. In Ukraine, beef is mainly obtained by using over-repair livestock and slaughtered adult livestock of dairy and dairy-meat breeds for slaughter. [5, 12, 14,].

In the context of the global economic and financial crisis, domestic zootechnical science has been enriched with data that suggest that further improvement in the quality of feeding cattle in general, and meat in particular should be associated not so much with increasing metabolic energy and nutrients. in the daily diet, how much with the increase of its biological value, which is relevant in the Carpathian region of Bukovina [4, 14]. Thus, modern recipes for rations for beef cattle can not be imagined without the appropriate additives of trace elements, the introduction of which is periodically revised in the light of new advances in science and practice [5,7].

Research has now intensified to determine the need of cattle for mineral elements, which were not previously taken into account in the diet, but have been shown to have a significant effect on the body of ruminants. Selenium, which is recognized as an indispensable biotic ultramicroelement, is one of such elements and their compounds that attract the attention of scientists and specialists in the field of meat cattle breeding. According to the results of numerous studies conducted on different species of animals, it was found that selenium has antioxidant, immunostimulatory, anticancer, antimutagenic, adaptogenic, antiviral and radioprotective properties [6,11,15,]. The inclusion of selenium in the diet improves their health, increases productivity and efficiency of feed use [1, 2, 7, 8]. It has a significant impact on the absorption of vitamins A, C, E in the body, which are closely interrelated in metabolic processes [8,13].

At the same time, the use of such elements as selenium and vitamin E in feeding on the new population of meat Simmental ruminants with a pronounced natural tenderness is the most pressing issue in the Carpathian region of Bukovina [12, 14].

Because the domestic drug "Devit - Selenium" is used to correct and normalize metabolic processes in animals, but data on the use of meat comola Simmental in feeding are almost non-existent. An important role in the composition of the new complex drug is played by the trace element selenium, which participates in redox processes in the enzymes glutathione peroxidase, phospholipid glutathione peroxidase, oxidoreductases and some transferases. Vitamin E, which is a natural antioxidant and participates in the prevention of peroxidation of unsaturated fatty acids, vitamins A and D, carotenoids, etc., plays an important role in its composition.



"Devivit Selenium" contains Lycopene - a natural carotenoid that has no vitamin A activity and exhibits antioxidant, cytoprotective properties and is a stimulator of tissue regeneration [2, 3, 9, 13].

Thus, all of the above necessitates the development and optimization of the composition of recipes for feeding rations of suckling young meat comolo Simmental cattle in the stall period and establish the effectiveness of their use taking into account the zonal characteristics of the chemical composition of feed.

The aim is to develop new recipes for rations for the use in feeding of complex drugs for the correction and normalization of metabolic processes for suckling young meat comologous Simmental ruminants in the stall period of cultivation in the Carpathian region of Ukraine.

Material and research methods.

In the course of the research, the conditions of care, feeding and keeping of experimental young were the same. For the experiment, two groups of analogues (heifers and bulls) were formed, with 10 heads in each. The initial live weight of young control groups was 57.6–61.8 kg, respectively, experimental - 58.9–59.6 kg.

In the organization of feeding to the recipe of the diet (Table 1) in the main period of the experiment included: whole milk - 7.21-7.22 kg, hay - 0.25-0.31 kg, feed - 0.32-0.33 kg. The recipe of the diet contained: metabolic energy - 17.3-17.5 MJ, k. - 2.49–2.52 kg, digestible protein - 218.5–228.3 g, dry matter - 1.48–1.97 kg, sugar - 241–249 g, calcium - 15.2–15.7 g, phosphorus - 8.67-10.5 g.

The composition of the complex drug "Devivit Selenium" was as follows: vitamin E (alpha-tocopherol acetate) - 50 mg, selenium (in the form of sodium selenite) - 0.5 mg, lycopene - 1 mg, filler - up to 1 ml. The drug was included in the recipe in the amount of 10 ml per 50 kg of body weight. [thirteen]. The duration of the main period of the experiment is 60 days, the final - 30 days.

Research results.

Differences in feed intake and nutrient consumption between the experimental groups were insignificant. In particular, the consumption of metabolic energy and dry matter per 100 kg of live weight in experimental heifers was 18.0 MJ and 2.0 kg against 19.0 MJ and 2.0 kg in the control group, while the bulls of the experimental groups, they were slightly larger and were equal to 23.7 MJ and 2.77 kg, respectively, against 21.8 MJ and 2.90 kg in the control. The consumption of metabolic energy per unit of growth in experimental heifers was at the level of 23.07 MJ against 37.58 MJ in the control group, in bulls they were, respectively - 21.1 MJ against 38.6 MJ. Similarly, the concentration of metabolic energy in one kilogram of dry matter of heifers in the experimental group by 20.5% and bulls - by 19.5% were inferior to peers in the control group.

It was found that during the main period of the experiment in meat heifers of the experimental group, which was administered the drug, the average daily gain was 750.1 g, which is 100.0 g or 15.4%, $P < 0.001$ more than peers in the control group, who were on the feed of the farm without the introduction of drugs. While the growth rate of bulls, which were administered the experimental drug during the main period of the experiment, was - 830.2 g, which is 150.1 g or 22.1%, $P < 0.001$ more than control analogues.



Table 1 - Live weight and growth of experimental animals during the experiment, ($M \pm m$, $n = 10$ in each group)

Indicator	Groups			
	control		research	
Number of animals, heads	cattle bulls	heifers of cattle	cattle bulls	heifers of cattle
Live weight, kg:				
at the beginning of the experiment	61,8 $\pm$ 1,20	57,6 $\pm$ 1,40	59,6 $\pm$ 1,50	58,9 $\pm$ 1,20
at the end of the main experiment	96,5 $\pm$ 1,50	90,5 $\pm$ 1,30	101,8 $\pm$ 1,40	97,0 $\pm$ 1,20
Increase:				
total, kg	34,7 $\pm$ 0,87	32,9 $\pm$ 0,67	42,2 $\pm$ 0,75	38,2 $\pm$ 0,85
average daily, g	680,1 $\pm$ 0,75	650,1 $\pm$ 0,65	830,2 $\pm$ 0,74***	750,1 $\pm$ 0,57
Feed costs per 1 kg of gain, k.	3,71	3,83	3,04	3,32
Live weight, kg:				
at the end of the final period	120,8 $\pm$ 1,70	111,1 $\pm$ 2,10	132,3 $\pm$ 2,30	124,8 $\pm$ 1,60
Increase:				
total, kg	24,3 $\pm$ 0,56	20,6 $\pm$ 0,54	30,5 $\pm$ 0,55	27,8 $\pm$ 0,54
average daily, g	760,1 $\pm$ 0,56	640,1 $\pm$ 0,45	950,2 $\pm$ 0,65***	870,2 $\pm$ 0,75
Gain for the whole period of the experiment:				
total, kg	47,5 $\pm$ 0,57	53,5 $\pm$ 0,45	72,7 $\pm$ 0,64	65,9 $\pm$ 0,55
average daily, g	580,1 $\pm$ 0,45	650,2 $\pm$ 0,56	890,1 $\pm$ 0,65***	800,3 $\pm$ 0,75

Note. *** $p < 0.001$ - the probability of the difference between the experimental groups over the control on the level of live weight gain and live weight at the end of the final period.

In the final period of the experiment, the average daily gain of heifers in the experimental group was 870.2 g, which is 230.1 g or 35.9%, $P < 0.001$ more than the peers of the control group. In bulls of the experimental group, the same figure was higher by 190.1 g or 25.0%, $P < 0.001$ for control peers.

Instead, for the entire period of the experiment in the heifers of the experimental group the average daily gain was 800.3 g, which is 150.1 g or 23.1%, $P < 0.001$ more than the control peers, bulls of the experimental group during this period dominated the control - 310, 0 g or 53.4%, $P < 0.001$. The live weight at the end of the final period in experimental heifers was - 124.8 kg, which is 13.7 kg or 12.3%, $P < 0.001$ more than heifers - analogues of the control group. Meanwhile, as the bulls of the experimental group in the final period had an average live weight of 132.3 kg, which is 11.5 kg or 9.5% more, $P < 0.001$ for control peers who were not administered the experimental drug.

Analyzing the hematological parameters of the blood of bulls of different breeds and them crosses can be noted that the level of hemoglobin and erythrocytes in experimental animals of all experimental groups at the beginning of the experiment was reduced. It should be emphasized that the hemoglobin in animals of the experimental groups was 89.0 - 90.0 g / l, in heifers of the experimental group was increased by 4.4%, at a rate of 90-100 g / l. Erythrocytes, respectively, from - 6.70 to - 6.90 x 10¹² / l. at the rate of 6.70 - 70.00 x 10¹² / l. At the end of the experiment, these indicators stabilized, but more actively this process took place in the heifers of the experimental group.



The number of leukocytes was reduced in all groups, and was $3.50 - 6.80 \times 10.9$ / liter. In bulls of the experimental group at the end of the experiment, a decrease in the stick of nuclear neutrophils was observed. Analysis of changes in certain forms of leukocytes revealed that the inclusion in the diets of ruminants of experimental groups of the research drug contributed to some reduction in the blood leukogram of the proportion of *Escherichia coli*. Thus, in experimental heifers compared to the control, this figure decreased by 0.2%, in bulls - by 0.4%, respectively.

At the same time, the share of the segment of nuclear neutrophils decreased: in heifers at the level of 21.5%, in bulls - by 4.05%. The decrease in the proportion of *Escherichia coli* in the blood was accompanied by an increase in the level of lymphocytes and the difference between the experimental group and the control group was 1.8% and 4.8%, respectively. Monocytes in the amount of 2.80–3.20% were found in the blood of experimental groups and 2.60–2.74% - in the blood of control animals. The share of basophils of peers differed little from each other. However, it should be noted that from the neutrophilic group of granulocytes, myelocytes were not detected in any of the groups.

No significant differences between the young of the compared groups in the morphological composition of the blood were found. However, in the young of the experimental group, the main indicators studied were slightly higher. Thus, in the blood of heifers and bulls that received the test drug, there was a higher number of erythrocytes by 6.5 and 4.7% and the concentration of hemoglobin, respectively - by 3.9 and 8.7%. Quantitative changes in leukocytes were absent, because their content in the blood of young experimental and control groups was approximately the same.

As a result of laboratory tests, the samples were found to be biochemical serum parameters, protein and mineral metabolism in suckling young was within the age-related physiological norm. However, in the nature of changes in hematopoiesis, some differences were observed, which depended on the impact on animals of different feeding conditions. The inclusion in the recipes of the diets of the experimental groups of animals of the research drug helped to increase their biological value and improved the course of metabolic processes in their body. In particular, in heifers and bulls of the experimental groups there was a clear probable difference in the increase in serum total protein content by 10.4 and 12.3%, $P < 0.05$ – $P < 0.001$.

The use of the drug did not have a significant effect on the nature of changes in the mineral and biochemical composition of the blood of young animals of the experimental groups compared with the control. However, the trend of their advantage over peers in the control group remained: the content of total calcium - by 2.0 and 2.4%; inorganic phosphorus - by 4.2 and 12.5%; the activity of the enzymes alanine and aspartate aminotransferases - by 6.7 and 10.5% and 4.9 and 9.7%, the activity of alkaline phosphatase - by 2.2 and 3.7%.

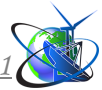
Conclusions.

The prospects of use and the positive effect of the complex preparation "Devivit Selenium" on the intensity of growth of both heifers and bulls of the new population of meat comola Simmental during the weaning period have been established.



References

1. Amarowicz R. Lycopene as a natural antioxidant // Eur. J. Lipid Sci. Technol. – 2011. V.113. P. 675–677.
2. Bilyavtseva, V.V., The Influence of Feeding of BVMD "Enerwick" on Pork Quality / V.V. Bilyavtseva, N.V. Gutsol // Collection of reports all-Ukrainian. Research Practice Conf. [Environmental Issues of Rural Production], (Vinnytsia, December 7, 2016) Vinnytsia, 2016. P. 140-141.
3. Gnoevoy V.I Biomorphological organization and nutrition of forage: a monograph / V.I. Gnoevoy, A.K. Trishin, I.V. Pus; ed. prof. YOU.Manure. -X.: FLP Brovin A.V, 2017 - 560 p.
4. Goncharuk A.P. BVMD "Intermix" in the diets of fattening pigs / AP Goncharuk // Nauk. Herald of Lviv. nat. un-that blows. medicine and biotechnology. S.Z. Zhitsky. Lviv, 2016. Volume 18. -No.2 (67). P. 52-56.
5. Gutsol A.V. Feeding performance of pigs at feeding BVMD Enerwick / AV Gutsol, V.V. Bilyavtseva // Nauk. Herald of Lviv.nat. un-that vet. medicine and biotechnology. S. Z. Gzitsky. -2016. T. 18, No. 1 (65). Part 3. P. 3 – 73.
6. Dyachenko L. Fundamentals of technology of mixed feed production: textbook. tool. / L. Dyachenko, V.S. Bomko, T.L. Sivik. - Bila Tserkva, 2015. - 305 p.
7. Kalinka A.K. . Productivity of Meat Simmental Bugs in the Foothills of the Carpathian Region of Bukovina / A. K. Kalinka. // Scientific Bulletin. Economic and biological peculiarities of cattle of meat symbolism of a new population in the Carpathian region of Ukraine / Under the scientific editorship of A.K. Kalinka. LLC Nilan-LTD, -2018. P.11 -13.
8. Kotsyumbas I.Y. Modern approaches to control and guaranteeing the safety of feed, feed additives, premixes / I.Ya. Kotsyumbas, TR Levitsky // Proceedings of the VI All-Ukrainian. Conf. "Ukraine. [Compound feeds 2008]. K.: EFPIT. 2008. P. 8 - 15.
9. Korh I.V., Kalinka A.K., Prilipko T.M. Influence of elaborated own dietary recipes for suckling young of meat cattle in the stable period of cultivation in the conditions of the foothill zone of the Carpathian gorge region of Bukovina / I.V. .Korkh, A. K. KalinkaT. M. Prilipko // Coll. of sciences. "YOGO" works with international materials. Research Practice Conf. "Science News: To the 20th Anniversary of Breeding a New Population of the Explicit Simmental in Bukovina", Chernivtsi, August 10, 2019 / under the sciences. ed. A.K. Kalinki. - Chernivtsi: NGO "European Science Platform", 2019. C. 76-79.
10. Makarinskaya A.V. From the production of stable preparations of biologically active substances to the production of stable premixes / AV Makarinskaya, BV Egorov // Grain products and compound feeds. 2010. - № 1. P. 38 - 42.
11. Polishchuk A.A. Modern feed additives in animal and poultry feeding / A.A. Polishchuk, T.P. Bulavkina // Bulletin of Poltava. DAA.2010. №2. P. 66–69.
12. Prylipko T.M, Kostash V.B, Zakharchuk P.B, Lishchuk S.G. Selenium content in the diets of dairy cattle in the Podillya zone of Ukraine Proceedings of the International Scientific Conference "International Trends in Science and Technology" (October 17, 2017, Warsaw, Poland) P.48-52.



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

14. Prylipko T.M., Zakharchuk P.B., Diets enriched with additives "E - SELEN" and "DEVIT", in the feeding of Simmental bulls. Livestock of Ukraine №6. 2018.P.31-35.

15. Zakharchuk P.B. Hematological indices of bulls of Simmental breed fattening with various selenium-containing additives in the diet International Academy Journal Web of Scholar 6 (24), Vol.4, June 2018, P33-38.

Анотація. Наведені результати досліджень з розробки і оптимізації складу раціонів годівлі підсисного молодняку м'ясного сименталу в стійловий період та встановлення ефективності їх використання з урахуванням зональних особливостей хімічного складу кормів. Встановлено, що відмінності за споживанням і витратами поживних речовин кормів між піддослідними групами були несуттєвими. Встановлено, що протягом основного періоду дослідів в телиць дослідної групи, яким вводили препарат, середньодобові прирости становили – 750,1 г, що на 100,0 г або 15,4 %, $P < 0,01$ більше від ровесників контрольної групи, які знаходилися на кормах господарства без уведення препаратів. Тоді як інтенсивність росту бугайців, яким вводили дослідний препарат протягом основного періоду дослідів, становила – 830,2 г, що на 150,1 г або 22,1 %, $P < 0,001$ більше за аналогів контролю. Встановлено, що у заключний період дослідів середньодобові прирости телиць дослідної групи становили – 870,2 г, що на 230,1 г або 35,9 %, $P < 0,001$ більше від ровесниць контрольної групи. У бугайців дослідної групи аналогічний показник був більшим за контрольних ровесників на 190,1 г або 25,0 %, $P < 0,01$. За результатами досліджень за весь період дослідів в телиць дослідної групи середньодобові прирости дорівнювали – 800,3 г, що на 150,1 г або 23,1 % більше за ровесниць контролю, бугайці дослідної групи за цей період переважали контроль – на 310,0 г або 53,4 %. Визначено, що найкраща оплата корму продукцією була також у теличок дослідної групи і становила – 3,32 к.од., що на 0,51 к. од. або 13,3 % менше від ровесників контрольної групи, при витратах корму на одиницю приросту в бугайців – 3,04 к. од., що на 0,67 к. од. або 18,1 % також менше за контрольну групу з концентрацією обмінної енергії в одному кілограмі сухої речовини телички дослідної групи на 20,5 % і бугайці – на 19,5% поступалися ровесникам контрольної групи. Дослідженнями доведено, що у крові теличок і бугайців, які отримували дослідний препарат, збільшилась кількість еритроцитів на 6,5 і 4,7 %, концентрація гемоглобіну – на 3,9 і 8,7 %, вміст загального білка – на 10,4 і 12,3 %, альбумінів – на 11,4 і 16,4 %, загального кальцію – на 2,0 і 2,4 %; неорганічного фосфору – на 4,2 і 12,5 %; активності ферментів аланін - та аспартатамінотрансфераз – на 6,7 і 10,5 та 4,9 і 9,7 %, активності лужної фосфатази – на 2,2 і 3,7 %, порівняно з контрольною групою.

Ключові слова: порода, технологія, телиці, раціон, корм, середньодобові прирости, продуктивність, собівартість.



УДК 636.2. 082.0.84

**PRIORITIES OF INTERNATIONAL LEGAL BASIS FOR QUALITY
CONTROL AND SAFETY OF DAIRY PRODUCTS IN UKRAINE
ПРІОРИТЕТИ МІЖНАРОДНО-ПРАВОВИХ ОСНОВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ТА
БЕЗПЕКИ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Prylipko T.M. / Приліпко Т.М.,
d.a.s., prof. / д.с.н., проф.

*Higher education institution Podolsk State University,
Kamianets-Podilskyi, Shevchenko, 13, 32300*

*Заклад вищої освіти Подільський державний університет
ORCID: 0000-0002-8178-207X*

Kirika D.V. / Кіріка Д.В.

к. юридичних. н, доцент. / Ph.D., docent

*Higher education institution Podolsk State University,
Kamianets-Podilskyi, Shevchenko, 13, 32300*

Заклад вищої освіти Подільський державний університет

Abstract. *The purpose of the research is to analyze the legislation and existing systems of safety control of dairy products in European countries and a package of regulations on reforming the system of state control in the field of food safety in Ukraine. Investigate whole cow's whole milk supplied to the dairy plant from economic entities of Khmelnytsky and Chernivtsi regions. We state that in Ukraine there is a high percentage of milk produced on small farms. Most of the milk was sold in agro-industrial markets, which came from individual suppliers. It was found that the results of studies on the purity of milk showed that the samples corresponded to group I. The acidity of the studied milk corresponded to the grades extra and higher. Confirmation of compliance of products with the requirements of standards for quality and safety of agricultural products is carried out using a certification procedure. In Ukraine, this procedure is carried out by authorized certification bodies - enterprises, institutions and organizations in order to prevent the sale of products dangerous to life, health and property of citizens and the environment, assisting the consumer in the correct choice of products and more.*

Keywords: *certificate of compliance, milk, quality, technical regulation, food safety*

Formulation of the problem.

The results of the research Preservation and strengthening of human health and recognition of its right to quality and safe food and food raw materials is one of the main tasks not only of our state, but also of the world community. Moreover, the proper quality and safety of food is the main guarantee of the existence of the population in the preservation. community. Moreover, the proper quality and safety of food is the main guarantee of the existence of the population in the territory. Poor food quality is not only an indicator of low efficiency of social production, but also a threat to human health and life[1, 2, 10].

Ukraine has a global situation on the milk market. The indicator of the crisis in the dairy sector was primarily the fall in the cost of raw milk. Inefficient milk processing enterprises are dying out, which can be explained by the following reasons: very low world prices for milk and dairy products; the inability of the domestic market of milk and dairy products to produce and export products that would be in demand not only in the CIS but also in the EU, reduced purchasing power of the population[4, 7, 11, 13].



First of all, it is worth paying attention to statistics in the field of agriculture. What is the place of Ukraine in the world dairy industry? In the 90's Ukraine ranked 6th in milk production in the world and produced 24.5 million tons of milk, and today the statistics give us a figure of 6.5 million tons of milk and, according to calculations, is the 32nd place in world ranking. Our exports have decreased by about 20% due to a shortage of milk. Instead, we can see an increase in imports of all product categories by 278%. For comparison, for example, the surplus (balance) of milk in Europe at the beginning of 2020 is 15-18 million tons, and in 2025-2026 surplus milk is projected at 30 million tons[1, 6, 8].

Dairy market experts note a significant decline in milk production in Ukraine. Only a few positions showed a slight increase, namely in 2021 compared to the territory. Poor food quality is not only an indicator of low efficiency of social production, but also a threat to human health and life[5].

Ukraine has a global situation on the milk market. The indicator of the crisis in the dairy sector was primarily the fall in the cost of raw milk. Inefficient milk processing enterprises are dying out, which can be explained by the following reasons: very low world prices for milk and dairy products; the inability of the domestic market of milk and dairy products to produce and export products that would be in demand not only in the CIS but also in the EU, reduced purchasing power of the population[2, 7, 11, 12]..

First of all, it is worth paying attention to statistics in the field of agriculture. What is the place of Ukraine in the world dairy industry? In the 90's Ukraine ranked 6th in milk production in the world and produced 24.5 million tons of milk, and today the statistics give us a figure of 6.5 million tons of milk and, according to calculations, is the 32nd place in world ranking. Our exports have decreased by about 20% due to a shortage of milk. Instead, we can see an increase in imports of all product categories by 278%. For comparison, for example, the surplus (balance) of milk in Europe at the beginning of 2020 is 15-18 million tons, and in 2025-2026 surplus milk is projected at 30 million tons[3].

Dairy market experts note a significant decline in milk production in Ukraine. Only a few positions showed a slight increase, namely, in 2021 compared to 2020, there was an increase in three types of dairy products: whole milk powder - by 10%, whey - by 8.7% and cottage cheese - by 7, 4%. This was reported by the press service of the Union of Dairy Enterprises of Ukraine. It is noted that the production of dairy products in 2021 decreased by 7.5% compared to 2020 due to the fact that the supply of raw milk to processing enterprises decreased by 8.9% to 3.20 million tons; milk production decreased by 5.9% to 8.72 million tons[7, 11, 12]..

Research results.

According to the State Statistics Service of Ukraine, in 2020 Ukraine produced 9.25 million tons of milk (4.2% less than in 2019). In particular, agricultural enterprises produced 2.75 million tons of milk (0.8% more), households - 6.50 million tons (6.2% less).marriage.

We state that in Ukraine there is a high percentage of milk produced in households, ie small farms. Most milk was sold in agro-industrial markets, which was received from individual suppliers - 2.3 million tons per year (25%).

**Table 1 - Distribution of milk from different categories of enterprises**

<i>Distribution of milk of agro-industrial enterprises million tons / year</i>		
Internal payments (salary, etc.)	Sold on the agri-food market	Feeding calves
0,1	0,03	0,17
5 %	1,3 %	7,7 %
<i>Distribution of milk of individual producers million tons / year</i>		
Home use	Sold on the agri-food market	Feeding calves
3,1	2,3	1,1
35 %	25 %	12 %

The largest amount of milk last year was produced in Poltava region - 734.2 thousand tons (3.2% less than in 2019); in second place - Vinnytsia (728.4 thousand tons; 4.6% less); on the third - Khmelnytsky (651.5 thousand tons; 2.5% more) region.

Studies of prefabricated cow's milk supplied to the dairy plant show that most of the tested samples met the requirements of DSTU 3662-97 (as amended № 1 of 2007). Thus, according to the results of studies on the purity of milk, it was found that the samples corresponded to group I. The acidity of the tested milk did not exceed 17°T, which corresponded to the extra and higher grades. The average pH value of the studied milk was 6.65 units. for norms 6.3–6.9. The density of milk was 1028.8 ± 0.43 kg / m³. Only in one of the studied milk samples the density was slightly lower than normalized.

StatementConfirmation of conformity of production to requirements of standards concerning quality and safety of agricultural production is carried out by means of certification procedure (from Latin - it is made correctly). In Ukraine, this procedure is carried out by authorized certification bodies - enterprises, institutions and organizations in order to prevent the sale of products dangerous to life, health and property of citizens and the environment, assist the consumer in the competent choice of products and more. The state certification system is created by Derzhspozhyvstandart of Ukraine, which conducts and coordinates the work on ensuring certification.

According to Art. 13 of the Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On Standardization and Certification" certification of products in Ukraine is divided into mandatory and voluntary. The list of products subject to mandatory certification in Ukraine is determined by the order of Derzhspozhyvstandart of Ukraine of February 1, 2005 № 28, registered with the Ministry of Justice of Ukraine on May 4, 2005 under № 466/10746 section 26. List and content of documents certify the certification contains Art. 1 of the Law of Ukraine "On Confirmation of Conformity" of May 17, 2001: certificate of conformity is a document that confirms that products, quality systems, quality management systems, environmental management systems, personnel meet the established requirements of a specific standard or other regulatory document defined by law; technical regulations, which are the law of Ukraine or a



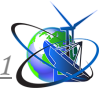
normative legal act adopted by the Cabinet of Ministers of Ukraine, which defines the characteristics of products or related processes or methods of production, as well as requirements for services, including relevant provisions, compliance with which required. It may also contain requirements for terminology, marks, packaging, marking or labeling that apply to a particular product, process or method of production; Certificate of recognition of conformity is a document certifying the recognition of foreign documents confirming the conformity of products to the requirements established by the legislation of Ukraine.

The purpose of standardization in agriculture in Ukraine is to establish provisions that ensure compliance of the object of standardization with its purpose, and its safety in relation to life or health of humans, animals, plants, as well as property and environmental protection, creating conditions for the rational use of all types of national resources that help eliminate technical barriers to trade and increase the competitiveness of agricultural products to the level of development of science, technology and engineering. The purpose of standardization is specified by the main tasks designed to ensure: safety of agricultural products for life and health of people, animals, plants and environmental protection; protection and preservation of agricultural products, in particular during their transportation or storage; the quality of agricultural products in accordance with the level of development of science, technology, engineering and human needs.

The use of outdated state standards in Ukraine is not a positive point in determining the compliance of indicators of quality and safety of agricultural products. It is not even a question of the low quality or content of the standards themselves, which, by the way, were at one time sufficiently progressive and appropriate, but of their inconsistency with modern technologies.

The Law of Ukraine "On the State System of Biosafety in the Creation, Testing, Transportation and Use of Genetically Modified Organisms" of May 31, 2007 deserves special attention in our context. The law has its positive aspects: the separation, disclosure and legal consolidation of basic concepts related to the objects of genetic engineering. Its most important advantage is the mandatory provisions on the mandatory state registration of products containing GMOs and the establishment of restrictions on their use. At the same time, such restrictions apply only to the possibility of refusing to register genetically modified products in case of insufficient justification of its safety. In addition, the current legislation contains direct prohibitions on the use of GMOs. Thus, the Law of Ukraine "On Baby Food" of September 14, 2006 in Part 6 of Art. 8 and part 6 of Art. 9 explicitly prohibits the use of raw materials containing GMOs. Nevertheless, according to media reports, the products of well-known companies, according to research conducted by Sgeep Rease, use GM ingredients, including milk-containing products: Nes-tle (chocolate, coffee, baby food), Danon (yogurt, kefir, baby food), Unilever (baby food, mayonnaise, sauces, etc.), Mage (chocolate Snickers, Twix, Milky Way). In addition, these products are constantly advertised on television, including baby food, which is prohibited.

One of the means of warning the population, and in general of indirect monitoring of the use of transgenes, is the introduction of labels on food labels about



the presence of GMOs. In Ukraine, an attempt was made to resolve the issue of informing consumers about the presence of GMOs in products. In Part 5 of Art. 15 of the Law of Ukraine "On Consumer Protection" in the wording of the Law of December 1, 2005 states that information about products must contain a mark on the presence of genetically modified components. In accordance with paragraph 1 of the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "Circulation of food products containing genetically modified organisms and / or microorganisms" of August 1, 2007 № 985, adopted for the development of the above provisions, import and sale of food products containing genetically modified organisms and / or microorganisms in the amount of more than 0.9%, should be carried out only in the presence of appropriate labeling indicating the quality of such products. The import, production and sale of baby food containing genetically modified organisms and / or microorganisms was also prohibited. The resolution came into force on November 1, 2007. However, on November 21, 2007, these provisions were repealed by another resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "Labeling of agricultural products produced using genetically modified organisms" for № 1330 without any explanation reasons for such a verdict.

Conclusions.

Rapid change and innovative development of technologies allow the use of chemicals that were not previously known for the production and storage of agricultural products. Therefore, the task of a comprehensive approach to the development of new state standards of agricultural production follows quite logically.

References

1. On the basic principles and requirements for food safety and quality: Law of Ukraine / As amended by the Law № 1602-VII of 22.07.2014, VVR, 2014, № 41-42, Article 2024, as amended in accordance with the Laws № 67-VIII of 28.12.2014, VVR, 2015, № 4, Article 19 № 867-VIII of 08.12.2015, VVR, 2016, № 4, Article 40.
2. Prylipko T.M. Indicators of safety of livestock products / T.M. Prilipko // Food industry of agro-industrial complex. - 2012. - № 2. - P.33–35.
3. Requirements for food labeling - ensuring their safety and quality / N.M. Rich, N.V. Bukalova, V.Z. Salad, M.V. Kabluchko // Scientific Bulletin of the Lviv National University. un-tu vet. of Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzycki. Food Technology Series. Veterinary Science Series. - Lviv, 2013. - Vol. 15, № 3 (57), Part 3. - P. 258–264.
4. Medical requirements for the quality and safety of food and food raw materials: State sanitary norms and rules of 29.12.2012, № 1140, as amended № 576 of 18.08.2014.
5. Law of Ukraine "On safety and quality of food and food raw materials" № 771/97 VR
6. The system of state regulation of food safety in Ukraine: On the way to improvement (analytical report). IFC Conference "Food Security Reform: International Experience and Recommendations for Ukraine". - Kyiv, May 18, 2009 - 68 p.
7. DSTU 4161 - 2003 Food Safety Management System. - K., 2003. - 16 p.



8. Regulatory framework for food safety in Ukraine. / Prilipko LV// Proceedings of the international student conference: Biological, technological aspects of production and processing of livestock products / PDATU. - Kamyanets-Podilsky, 2011. - P.173-176.

9. Food safety control, tracking in the food chain / Prilipko LV // Proceedings of the international student conference "Status and prospects of production, processing and use of livestock products / PDATU.-Kamyanets-Podilsky, 2014. - P.21-23.

10. Якубчак О.М. Milk and dairy products (GMP. HACCP) / Ed. OHM. Yakubchak. - Kyiv: Bioprom Company, 2010. - P. 10–25.

11. Kozak OA Increasing the consumption of milk - a priority task for providing food to the population of Ukraine / O.A. Cossack. Dairy and milk processing industry: Ukraine – 2007 / Grom org. Association "Ukrainian Club of Agrarian Business". –K .: Logos, 2008. S. 36–38.

12. Codex Alimentarius, Vol. 12, Milk and Milk Products. Second Edition, 2000, FAO / WHO.

13. Nadia M. Bogatko, Natalia V. Bukalova, Vasil P. Lyasota, Some indices' determination of raw and pasteurized cow milk by ukrainian manufacturers using unique express methods Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences (JMBFS) August - September 2019, vol. 9, no.1 MAIN WEB SITE // www.fbp.uniag.sk

Анотація. Метою дослідження є аналіз законодавства та існуючих систем контролю безпечності молочної продукції в країнах Європи та пакету нормативно-правових актів щодо реформування системи державного контролю у сфері безпечності харчових продуктів в Україні. Дослідити незбиране коров'яче незбиране молоко, що надходить на молокозавод із суб'єктів господарювання Хмельницької та Чернівецької областей. Дослідження проведено відповідно до чинних нормативних документів. Ми констатуємо, що в Україні високий відсоток молока, виробленого на малих фермах. Більшість молока реалізовувалася на агропромислових ринках, яке надходило від окремих постачальників. Встановлено, що результати досліджень чистоти молока показали, що зразки відповідали I групі. Кислотність досліджуваного молока відповідала сортам екстра та вищим. Підтвердження відповідності продукції вимогам стандартів якості та безпеки сільськогосподарської продукції здійснюється за допомогою процедури сертифікації. В Україні ця процедура здійснюється уповноваженими органами з сертифікації - підприємствами, установами та організаціями з метою запобігання реалізації продукції, небезпечної для життя, здоров'я та майна громадян та довкілля, сприяння споживачеві у правильному виборі продукції тощо. Державну систему сертифікації створює Держспоживстандарт України, який проводить та координує роботу з сертифікації.

Ключові слова: сертифікат відповідності, молоко, якість, технічний регламент, безпека харчових продуктів



УДК 664.859.2

USE OF CHERRY-BEET PUREE-SEMI-FINISHED PRODUCT IN TECHNOLOGY OF FROZEN DESSERTS FOR RESTAURANT ESTABLISHMENTS**ВИКОРИСТАННЯ ВИШНЕВО-БУРЯКОВОГО ПЮРЕ-НАПІВФАБРИКАТУ В ТЕХНОЛОГІЇ ЗАМОРОЖЕНИХ ДЕСЕРТІВ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА**

Ushchapovskyi A.O./ Ущাপовський А.О.

assistant/ асистент

ORCID: 0000-0001-7853-5070

National University of Food Technologies, Kyiv, Volodymyrska str. 68, 01601

Національний університет харчових технологій,

Київ, вул. Володимирська 68, 01601

Анотація. В роботі обґрунтовано перспективи виробництва замороженого десерту «Насолода» на основі вишнево-бурякового пюре-напівфабрикату для закладів ресторанного господарства.

На основі аналізу літературних джерел та власних досліджень розроблено рецептуру та технологію виробництва замороженого десерту «Насолода». Визначено показники якості і безпеки готового замороженого десерту та доведено його високу біологічну цінність. Даний заморожений десерт рекомендується використовувати для споживання всіх категорій населення в закладах ресторанного господарства.

Ключові слова: технологія, сорбет, плодово-ягідна сировина, ягоди вишні, коренеплоди буряку столового, пюре, напівфабрикат заморожування, біологічна цінність, солодкі страви, десерт, оздоровчий продукт.

Вступ.

З кожним роком все більшої популярності у закладах ресторанного господарства набувають холодні солодкі страви та заморожені десерти, завдяки їх приємному смаку, аромату та привабливому зовнішньому вигляду. У відповідності з цим, значно зросло виробництво солодких страв та розширився їх асортимент.

Проте ці вироби не задовольняють фізіологічні потреби споживачів. Це спричинено тим, що до складу рецептури холодних солодких страв та десертів входять синтетичні харчові добавки (барвники, ароматизатори, стабілізатори, емульгатори) та сиропи, що негативно позначається на здоров'ї людини [1].

Перспективним напрямком виробництва даного виду продукції є вдосконалення рецептури існуючого асортименту солодких страв за рахунок використання натуральних рослинних компонентів, підвищеної біологічної цінності.

Джерелом природних біологічно активних речовин (БАР) є пюре, соки, екстракти, підварки з плодів, овочів, культурних та дикорослих ягід, лікарських трав тощо [2].

Мета статті – розроблення способу виробництва замороженого десерту «Насолода» на основі вишнево-бурякового пюре напівфабрикату для закладів ресторанного господарства, дослідження його фізико-хімічних та органолептичних показників якості.



Предмети та методи дослідження.

В роботі використовували загальноприйняті методи дослідження, визначали фізико-хімічні та органолептичні показники. Для виготовлення замороженого десерту «Насолода» в якості основної сировини було обрано вишнево-буряковий пюре-напівфабрикат до складу якого входить пюре з вишні та пюре з буряку столового (співвідношення 2:1) [3], цукор білий кристалічний, в якості драглеутворювача використовували желатину.

Результати та їх обговорення.

Для одержання оздоровчого продукту, що має функціональну активність і приємні смакові властивості, за допомогою оптимізації рецептурних компонентів заморожених сорбетів, визначали раціональне співвідношення плодово- ягідної основи.

Для виробництва замороженого десерту «Насолода» запропоновано рецептуру, яка наведена в табл.1[4].

Основним її компонентом є вишнево-буряковий пюре-напівфабрикат, вода, цукор білий кристалічний, желатина та лимонна кислота.

Таблиця 1 - Рецептура замороженого десерту «Насолода»

Сировина	Брутто, г	Нетто, г
Пюре-напівфабрикат	745	737
Вода	208	208
Цукор білий кристалічний	28	28
Желатина	26	26
Лимонна кислота	1	1
Вихід	-	1000

Авторська розробка

Технологія виробництва замороженого десерту включає такі основні етапи:

- підготовка вишнево-бурякового пюре-напівфабрикату;
- змішування пюре-напівфабрикату з цукром білим кристалічним;
- замочування желатину з водою у співвідношенні 1:8, набрякання за температури 35...40 °С протягом (15...20)·60 с.;
- змішування компонентів страви з желатиновим розчином;
- розливання у ємності, драглеутворення, дозрівання;
- гомогенізація, фрезирування (-3...-6) °С;
- загартування -25°С;
- зберігання готового сорбету за температури (-15...-18) °С.

Відповідно до проведених досліджень визначено фізико-хімічні показники розробленого сорбету «Насолода», на основі-вишнево-бурякового пюре-напівфабрикату (табл. 2).

За проведеними дослідженнями визначено, що заморожений сорбет «Насолода» багатий на біологічно-активні речовини – вітамін С, пектинові і фенольними речовини. Вміст у готовому продукті цукрів й органічних



кислот надає йому високої поживної цінності.

Вимоги щодо органолептичних показників виготовленого за розробленою технологією сорбету «Насолода» наведено в табл. 3.

Таблиця 2 - Фізико - хімічні показники сорбету «Насолода»

Назва десерту	Масова частка, %				Масова концентрація, г/100г		pH
	сухих речовин	пектинових речовин	вологість	титрованих кислот	L-аскорбінової кислоти	фенольних речовин	
Сорбет «Насолода»	14,7 ±0,30	0,69 ±0,10	83,7 ±3,0	1,35 ±0,10	9,2 ±0,20	379 ±10,0	3,4 ±0,10

Авторська розробка

Таблиця 3 - Органолептичні показники сорбету «Насолода»

Назва десерту	Назва показника				
	зовнішній вигляд	консистенція	структура	смак і аромат	колір
Сорбет	порція одношарового десерту, обумовлена геометрією дозуючого пристрою та споживчого пакування	щільна	однорідна, без відчутних кристалів льоду та часточок цукру	освіжаючий, переважає насичений смак вишні, без сторонніх присмаків і запахів	червоно-фіолетовий, рівномірний по всій масі продукту

Авторська розробка

Також досліджено вміст біологічно активних речовин з антиоксидантними та дексикаційними властивостями у готовому десерті, що складає: антоціани – 750 мг/100 г., вітамін С – 8 мг/100 г., беталаїни - 45 мг/100 г. та пектинові речовини 1,8 г/100 г.

Мікробіологічні дослідження показали, що сорбет «Насолода» виявився досить поживним середовищем для розвитку дріжджів, оскільки має значну кількість вітамінів та цукру. В зразках відсутні бактерії групи кишкової палички, що підтверджує безпечність для здоров'я людини.

Мікробіологічні показники готового замороженого десерту «Насолода» наведено в табл.4.

Дані мікробіологічних досліджень дозволяють стверджувати, що готовий продукт із вишнево-бурякового пюре-напівфабрикату не матиме негативного впливу на якість продукту впродовж дослідженого терміну зберігання (3 місяці) при відповідних температурних режимах.

**Таблиця 4 - Мікробіологічні показники замороженого десерту**

Найменування показників	Сорбет «Насолода»	Метод контролювання
Мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми, КУО в 1г, не більше ніж	$4,6 \times 10^3$	Згідно з ДСТУ 8446:2015
Маса продукту (г), у якому не допустимі		
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,01 г	Не дозволено	Згідно з ДСТУ 8447:2015
Боагулазопозитивні стафілококи	Не дозволено	Згідно з ГОСТ 10444.2
Патогенні мікроорганізми, зокрема роду <i>Salmonella</i>	Не дозволено	Згідно з ДСТУ EN 12824:2004
Плісеневі гриби, КУО в 1 г, не більше ніж	3×10^3	Згідно з ДСТУ 8447:2015
Дріжджі, КУО в 1 г, не більше ніж	3×10	Згідно з ДСТУ 8447:2015

Авторська розробка

Заклучення та висновки.

На основі аналізу літературних джерел визначено, що особливим попитом в меню закладів ресторанного господарства користуються заморожені солодкі страви та десерти асортимент яких постійно збільшується через зростання попиту споживачів на дану групу виробів.

Основні напрями проведення досліджень полягали у визначенні можливості використання вишнево-бурякового пюре-напівфабрикату у виробництві заморожених солодких страв та десертів з метою підвищення їх харчової та біологічної цінності.

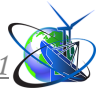
Розроблено рецептурний склад та запропоновано технологічний процес виробництва замороженого десерту «Насолода» з використанням вишнево-бурякового пюре-напівфабрикату.

Досліджено показники якості нового десерту. Встановлено, що сорбет має приємний смак та запах, його органолептичні та фізико-хімічні показники відповідають вимогам чинної нормативної документації.

Наявність значної кількості біологічно активних речовин, які володіють антиоксидантними властивостями, забезпечують оздоровчу та профілактичну дію замороженого десерту та рекомендовані для виробництва у закладах ресторанного господарства.

Література:

1. Кравчук Т. В. Вітамінізовані желейні десерти з використанням антоціанових добавок для закладів ресторанного господарства / Т. В. Кравчук //



Харчова наука і технологія. – 2013. – № 1. – С. 40-43.

2. Кондратюк Н.В. Наукові аспекти технології солодких страв з капсульованими пробіотичними мікроорганізмами: монограф. / Н.В. Кондратюк, Є.П. Пивоваров, О.П. Неклеса. – Харків: ХДУХТ, 2015. – 139 с.

3. Патент 120570 Україна, МПК (2006) A23L 19/00 A23L 21/10 (2016.01) Пюре-напівфабрикат вишнево-буряковий / Ущачовський А. О., Івчук Н. П., Башта А. О.; власник НУХТ. – № а201807500; заявл. 04.07.2018; опубл. 26.12.2019, Бюл. № 24.

4. Ущачовський, А. О. Желейний десерт на основі вишнево-бурякового пюре-напівфабрикату для закладів ресторанного господарства / А.О. Ущачовський, Н.П. Івчук // Практика і перспективи розвитку індустрії гостинності України: монографія / за заг. редакцією д. е. н., професора Б. М. Мізюка. – Львів: ЛТЕУ, 2019. – С. 126–136.

References:

1 Kravchuk T. V. Vitaminizovani zheleini deserty z vykorystanniam antotsianovykh dobavok dlia zakladiv restorannoho hospodarstva / T. V. Kravchuk // Kharchova nauka i tekhnolohiia. – 2013. – № 1. – S. 40-43.

2.. Kondratiuk N.V.(2015) Naukovi aspekty tekhnolohii solodkykh strav z kapsulovanymy probiotychnymy mikroorhanizmany [Scientific aspects of technology of sweet dishes with encapsulated probiotic microorganisms]: monohraf. / N.V. Kondratiuk, Ye.P. Pyvovarov, O.P. Neklesa. – Kharkiv: KhDUKhT, 2015, 139 s.

3. Ushchapovskyi A.O., Ivchuk N.P., Bashta A.O., NUKhT. 2019. Piure-napivfabrykat vyshnevo-buriakovy. Ukraina. Patent 120570, MPK (2006) A23L 19/00 A23L 21/10(2016.01), № № а201807500; zaiavl. 04.07.2018 ; opubl. 26.12.2019, Biul. № 24.

4. Ushchapovskyi, A. O. Zheleinyi desert na osnovi vyshnevo-buriakovoho piure-napivfabrykatu dlia zakladiv restorannoho hospodarstva / A. O. Ushchapovskyi, N. P. Ivchuk // Praktyka i perspektyvy rozvytku industrii hostynnosti Ukrainy : monohrafiia / za zah. redaktsiieiu d. e. n., profesora B. M. Miziuka. – Lviv : LTEU, 2019. – S. 126–136.

Abstract. The paper substantiates the prospects for the production of frozen dessert "Delight" on the basis of cherry-beet puree-semi-finished product for restaurants.

Based on the analysis of literature sources and own research, the recipe and technology for the production of frozen dessert "Delight" have been developed. The quality and safety indicators of the finished frozen dessert are determined and its high biological value is proved. This frozen dessert is recommended for consumption by all categories of the population in restaurants.

Key words: technology, sorbet, fruit and berry raw materials, cherry berries, table beet roots, puree, semi-finished product of freezing, biological value, sweet dishes, dessert, health product.

Стаття відправлена: 25.06.2022 р.

© Ущачовський А.О.



УДК 664.1.03

BIOFILMS AS A PHENOMENON IN THE SUGAR INDUSTRY
БІОПЛІВКИ ЯК ЯВИЩЕ У ЦУКРОВІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ**Sheiko T. / Шейко Т. В**

ORCID ID: 0000-0002-0559-1335

*Institute of Postgraduate Education of the National University of Food Technologies,
Kyiv, Ukraine**Інститут післядипломної освіти Національного університету харчових технологій,
Київ, Україна***Zaslavskiy O. / Заславський О. М.**

ORCID ID: 0000-0001-8545-5554

Stanislaviv S. / Станіславів С. І.

ORCID ID: 0000-0003-2726-3671

*The Ukrainian State Scientific Research Institute "Resurs", Kyiv, Ukraine
Український державний НДІ «Ресурс», м. Київ, Україна*

Анотація. Детально розглянуто проблему утворення мікробіологічної біоплівки у процесі отримання дифузійного соку в цукровій промисловості. Її структуру та основні складові, перетворення та характеристики. Описано в види контамінуючої мікрофлори дифузійного соку та їх вплив на невраховані втрати цукрози у процесі виробництва цукру.

Ключові слова: цукрова промисловість, дифузійний сік, мікробіологія, біоплівка, цукор.

Вступ.

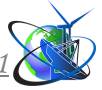
Формування біоплівки є складовою життєвого процесу більшості мікроорганізмів та успішною стратегією захисту бактерій від несприятливих факторів середовища. Зазвичай біоплівки утворюються мікробними спільнотами на поверхні розділу фаз.

Біоплівки можуть формуватися бактеріями одного виду, або формують спільноти, що розвиваються з багатьох видів бактерій, а також можуть містити інші мікроорганізми. По суті біоплівка - це мікробне співтовариство, що складається з мікробних клітин, які прикріплені до поверхні або один до одного, поміщені в матрикс синтезованих ними позаклітинних полімерних речовин.

Основний текст.

На сьогоднішній день не існує засобів здатних швидко і якісно повністю видалити біоплівку. Сучасні напрями націлені подолання екстрацелюлярного шару біоплівки. Екзополімерний матрикс біоплівки може обмежувати дифузію речовин та зв'язувати антимікробні препарати. Позаклітинні полімерні речовини, що становлять матрикс, є дифузійним бар'єром для молекул антимікробних речовин. Негативно заряджені екзополісахариди дуже ефективно захищають клітини біоплівки від гідрофільних та позитивно заряджених антимікробних препаратів

Наявність біополімерних матриксів, що оточують біоплівки та здатних перешкоджати дифузії поживних речовин, а також накопичення метаболітів за рахунок великої щільності клітин усередині біоплівок створює для бактерій умови росту з обмеженим доступом кисню та недостатньою кількістю продуктів харчування, подібні до умов росту клітин у стаціонарній фазі.



Вважається, що за фізіологічним станом і метаболічною активністю клітини, що живуть у складі біоплівки, швидше подібні до клітин стаціонарної фази росту, ніж з активно зростаючими. Це може бути однією з причин підвищеної резистентності до несприятливих факторів клітин бактерій у біоплівках, оскільки відомо, що у фазі уповільнення росту та стаціонарної фази вони більш стійкі до дії антибактеріальних агентів [1,2].

Дія більшості антимікробних препаратів направлена на клітини, що активно діляться. Фактично всі антимікробні та антибактеріальні препарати більш ефективні щодо швидко зростаючих клітин і слабо ефективні щодо мікроорганізмів, що не ростуть. Біоплівки можуть збільшувати поширення резистентних бактерій. Це особливо небезпечно у разі їх зростання на виробництві.

На даний момент найбільш перспективними є такі напрями боротьби з біоплівками: 1) запобігання первинному інфікуванню середовищ та поверхонь; 2) мінімізація початкової адгезії мікробних клітин; 3) розробка методів проникнення через матрикс біоплівки різних біоцидів; 4) блокування синтезу чи руйнування матриксу; 5) порушення міжклітинного обміну інформацією.

Більшість біоцидів, які використовуються у цукровій промисловості спрямовані на пригнічення зростання та знищення планктонних форм мікроорганізмів. В основному механізми їх дії пов'язані з пригніченням дихання та обмінних процесів мікроорганізмів, розривом клітинної мембрани [3,4].

Стратегії впливу на біоплівку в основному спрямовані на покращення відкріплення її від поверхні, ослаблення структури матриксу та покращення проникнення біоциду до мікроорганізмів.

Саме активний розвиток мікрофлори призводить до неврахованих втрат сахарози у виробництві, обволікання технологічного обладнання стабільною біоплівкою та сильного зниження якості напівпродуктів виробництва і, відповідно, до зниження якості готової продукції.

Механізм розчинення полісахаридної частини екзополімерного матриксу полягає у здатності нашого препарату розривати 1,4 та 1,6 глікозидні зв'язки молекули полісахариду і таким чином дробити довгий ланцюжок полісахариду на моносахариди.

Наявність спорутворюючих бактерій у дифузійному соку сприяє утворенню інвертного цукру, нітритів та газів, накопиченню органічних кислот, близько 95% яких становить молочна кислота. Розвиваючись у жорстких умовах процесу дифузії, спорові бактерії пристосовуються до підвищених температур.

За переробки буряків низької якості або підморожених у дифузійному соку розмножуються також молочнокислі бактерії *Leuconostoc*, *Lactobacterium plantarum* і особливо *Leuconostoc dextranicum*, *Leuconostoc mesenteroides*. Через розмноження слизоутворюючих бактерій роду *Leuconostoc* дифузійний сік ослизняється, стає в'язким, має погіршену фільтраційну здатність. Клітини цих бактерій стійкі до підвищених температур та дії низки антисептиків, оскільки утворюються мікро- та макрокапсули з багатошаровими слизовими чохлами



[5].

Для боротьби з цими мікроорганізмами використовуються спеціальні хімічні речовини або суміші речовин - антисептичні препарати.

Зараз на ринку хімічних речовин пропонується широкий спектр антисептичних препаратів для дезінфекції дифузних установок.

Переробка буряків низької якості призводить до перевитрати додаткових реагентів (у тому числі й витрат вапнякового каменю і енергоносіїв) та створює проблеми у технологічному процесі, зокрема утворення стійкого шару піни, ускладнення роботи фільтрувального обладнання, інкрустації нерозчинних солей на поверхні фільтрувальної тканини, наростання вмісту кальцію в напівпродуктах, зниження натуральної лужності, що потребує додавання в технологічний процес гідроксиду натрію або соди

Невраховані втрати сахарози від розкладання становлять 0,15 – 0,40% від маси цукрових буряків. На величину неврахованих втрат впливає якісний та кількісний склад нецукрів, які перейшли в дифузійний сік і мають бути враховані та ідентифіковані у процесі переробки. Йдеться, зокрема, про редукуючі речовини, білкові, пектинові, азотовмісні, целюлозу, сапоніну, а також про вміст золи, мікроелементів і ряду органічних кислот.

При переробці буряків підморожених, уражених хворобами або мікробіологічно заражених виникає необхідність визначення та усунення декстрану і левану, так як ці полісахари утворюються в результаті дії мікроорганізмів і є оптично активними, що вносить істотну похибку до вимірювання дійсного вмісту сахарози.

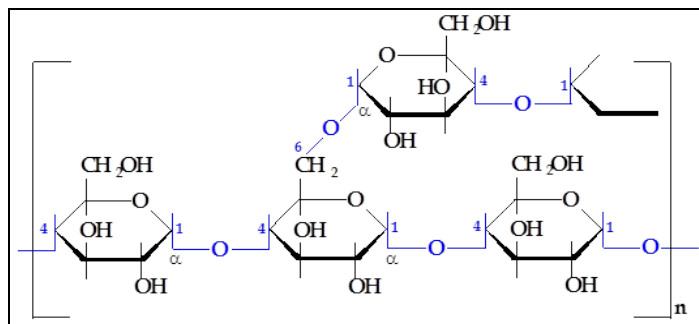
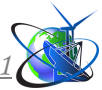


Рисунок 1 - Структура молекули полісахариду

На цукрових заводах проводять процес екстракції сахарози з бурякової стружки так, що в сирому жом при виході з дифузійної установки вміст сахарози складав близько 0,3% до маси буряків. За умови використання на виробництві жомових пресів глибокого віджиму та повернення погано очищеної жомопресової води в дифузійну установку, значно знижується якість дифузійного соку, за рахунок повернення в процес значної кількості нецукрів, переважно високомолекулярних сполук.

Також у процесі дифузії мають місце втрати сахарози від розкладання внаслідок її інвертування під дією внутрішніх клітинних ферментів (інвертази), життєдіяльності мікроорганізмів, що продукують кислоти та кислотного каталізу. Нормативні допустимі втрати сахарози від розкладання дифузійної установки становлять 0,15 - 0,18% до маси буряків, але реально вони значно більше і можуть досягти 0,8 - 1% до маси буряків [6].



Висновки.

Для зниження неврахованих втрат сахарози та підвищення якості напівпродуктів цукрового виробництва необхідно провести підбір антисептичного широкого спектру дії на всю контамінуючу мікрофлору дифузійного соку, що не викличе її резистентності, а також зруйнує існуючу мікробіологічну біоплівку та застереже технологічний процес від утворення нової.

Література.

1. Ceri H, Olson ME, Stremick C, Read RR, Morck D, Buret A. The Calgary Biofilm Device: new technology for rapid determination of antibiotic susceptibilities of bacterial biofilms // J Clin Microbiol. 1999 Jun;37(6):1771-6.
2. Hans-Curt Flemming, Ulrich Szewzyk, Jost Wingender Biofilm Highlights (Springer Series on Biofilms Book 5), 2011. 256 P.
3. Kapil Jhajharia, Abhishek Parolia, K Vikram Shetty, Lata Kiran Mehta Biofilm in endodontics: a review // Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry, 2015/1, P.1-5
4. Robert J. C. McLean, a Joseph S. Lam, b and Lori L. Grahamc Training the Biofilm Generation—a Tribute to J. W. Costerton // Journal of Bacteriology, December 2012 Volume 194 Number 24, P. 6706 – 6711
5. Н.А. Гусятинська, Т.М. Нечипор Ефективність сучасних дезінфектантів при переробленні цукрових буряків, уражених бактеріями роду *Leuconostoc* // Food technology scientific Works of NUFT? 2017. Volume 23, issue 6 p.109-206
6. Т.В. Шейко, С.В. Ткаченко, Л.М. Хомічак, С.Т. Олійнічук, Ю.І. Заїка Шляхи вирішення проблеми пінення напівпродуктів цукрового виробництва // XI Всеукраїнська конференція молодих вчених «МОЛОДІ ВЧЕНІ 2020 – ВІД ТЕОРІЇ ДО ПРАКТИКИ» 12 березня 2020 р., м. Дніпро, Україна ISBN 978-617-7433-93-3

Abstract. The problem of microbiological biofilm formation in the process of obtaining diffusion juice in the sugar industry is considered in detail. Its structure and main components, transformations and characteristics. Described in the types of contaminating microflora of diffusion juice and their influence on unaccounted losses of sucrose in the process of sugar production.

Key words: sugar industry, diffusion juice, microbiology, biofilm, sugar.

Стаття отримана: 25.06.2022 г.

© Шейко Т. В.



УДК 664.1.039

**EXPERIENCE OF APPLICATION OF ELECTROCHEMICALLY
ACTIVATED SOLUTIONS IN THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF
SUGAR PRODUCTION****ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОАКТИВОВАНИХ РОЗЧИНІВ У
ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА****Tkachenko S. / Ткаченко С. В.**

ORCID ID: 0000-0003-2897-8978

Sheiko T. / Шейко Т. В.

ORCID ID: 0000-0002-0559-1335

*Institute of Postgraduate Education of the National University of Food Technologies,
Kyiv, Ukraine**Інститут післядипломної освіти Національного університету харчових технологій,
Київ, Україна***Zaslavskyi O. / Заславський О. М.**

ORCID ID: 0000-0001-8545-5554

Stanislaviv S. / Станіславів С. І.

ORCID ID: 0000-0003-2726-3671

*The Ukrainian State Scientific Research Institute "Resurs", Kyiv, Ukraine
Український державний НДІ «Ресурс», м. Київ, Україна*

Анотація. У статті описано дослідження можливості застосування електрохімічноактивованих розчинів у технологічному процесі отримання дифузійного соку цукрового виробництва. Встановлено ефективність анолізу щодо контамінуючої мікрофлори дифузійного соку і він є перспективним для застосування при екстрагуванні цукрози.

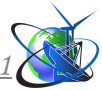
Ключові слова: електрохімічноактивовані розчини, католіт, аноліт, бактерицидний ефект, екстрагент, цукроза, дифузія.

Вступ.

Важливим етапом у виробництві цукру є процес одержання якісного дифузійного соку. Дифузійний сік є сприятливим середовищем для розвитку великої кількості шкідливих мікроорганізмів, які в процесі життєдіяльності споживають сахарозу. Передумовами для розвитку мікрофлори є достатньо висока температура проведення екстракції. Способами інактивації мікроорганізмів є термічний та хімічний. Але в той же час вплив високих температур сприяє переходу нецукрів у розчин, тим самим знижуючи доброякісність дифузійного соку, а дезінфектанти, які використовуються на цукрових заводах в якості хімічних засобів дезінфекції, мають досить токсичну дію, що негативно впливає на здоров'я людей та призводить до порушень технологічного процесу у дифузійному апараті [1,2].

Основний текст.

Актуальним є використання альтернативних екологічно безпечних дезінфектантів для пригнічення розвитку мікрофлори у напівпродуктах цукрового виробництва [3], таких як аноліт, що має широку сферу застосування, зокрема в медицині [4]. У цукровій промисловості вже існує спосіб застосування в якості бактерицидного агенту та екстрагенту анолізу, одержаного обробленням розчину хлориду натрію у камері діафрагмового



електролізера [5]. Цей спосіб забезпечує невисоку ступінь обезцукрювання бурякової стружки. Крім цього використання для проведення процесу екстракції аноліту, отриманого із розчину хлориду натрію, призводить до підвищеного вмісту у дифузійному соку хлоридів лужноземельних металів, які є мелясоутворювачами, і цим самим зумовлюють зниження виходу цукру.

Спосіб застосування аноліту з рН 2,0...3,5, отриманого на розчині хлориду натрію, як бактерицидної речовини, і аноліту з рН 6,2...6,6, отриманого шляхом оброблення розчину сульфату амонію у якості екстрагента. Даний спосіб забезпечує підвищення чистоти та ефекту очищення соку, а також покращує умови екстракції цукрози із бурякової стружки. Але використання аноліту із таким низьким значенням показника рН 2,0...3,5 призводить до часткового розкладу цукрози і знову ж таки до підвищеного вмісту лужноземельних металів у дифузійному соку.

Авторами були проведені дослідження по впливу складових частин електрохімічно активованої води – католіту і аноліту, отриманих на водопровідній воді без внесення сторонніх домішок, на мікрофлору дифузійного соку та процес екстракції бурякової стружки. На першому етапі роботи досліджували бактерицидні властивості католіту і аноліту. Дифузійний сік отримували в наближенні до виробничих умов шляхом екстракції бурякової стружки за температури 72...75°C протягом 80 хв за постійного перемішування. Співвідношення екстрагенту і бурякової стружки 1:1 відповідно. Електрохімічно активовану воду одержували в електролізері, наданому нам українсько-німецьким центром «РЕДОКС», шляхом обробки водопровідної води.

Молочнокислі бактерії в процесі своєї життєдіяльності розкладають цукрозу до органічних кислот [1], що знижують рН дифузійного соку, і тому саме за зміною показника рН оцінювали інгібуючу дію екстрагентів. Зміну показника рН досліджували протягом п'яти діб за температури 20 °C, проби витримували у закритих ємностях. Ефективну інгібуючу дію на мікрофлору дифузійного соку здійснює аноліт; зниження рН₂₀ в зразках отриманих за використання аноліту на п'яту добу складає 21,5%, порівняно з першою добою. Тим самим різниця рН₂₀ зразків дифузійного соку, отриманих з використанням водопровідної води і католіту, складає 34,3% та 35,2%, відповідно. Крім цього на третю добу експерименту в зразках дифузійного соку, де в якості екстрагенту використовували водопровідну воду та католіт, спостерігали драгледоподібну структуру, яка характерна для оболонки (капсули) молочнокислих бактерій *Leuconostok* *Lactobacterium plantarum*, *Leuconostok mesenteroides*, *Leuconostok Dextranicus*, в зразках, отриманих з використанням аноліту, ознак слизистого бактеріозу не спостерігали. На наступному етапі роботи досліджували вплив складових електрохімічно активованої води на перехід сухих речовин із бурякової стружки у розчин в залежності від часу релаксації католіту і аноліту по окисно-відновному потенціалу.

В експерименті використовували буряк з характеристиками клітинного соку: Цк=17,82%, СР=20,2%, Ч=88,2%. В якості екстрагенту в дослідженні використовували розчини аноліту на водопровідній воді. В ході експерименту



визначали показник рН₂₀, СР, Цк, Ч, кількість нецукрів (НЦ), ОВП, питому електропровідність, стабільність показника рН₂₀ дифузійного соку на першу і п'яту добу.

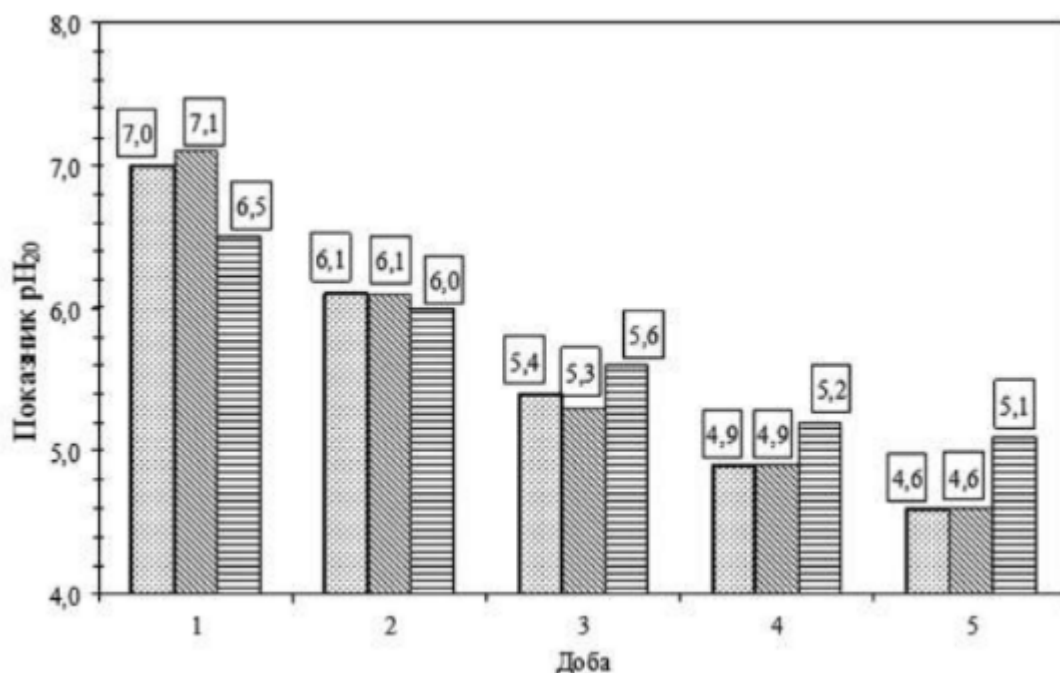


Рисунок 1 - Динаміка зміни показника рН дифузійного соку за використання різних екстрагентів: водопровідна вода; католіт; аноліт (зліва направо)

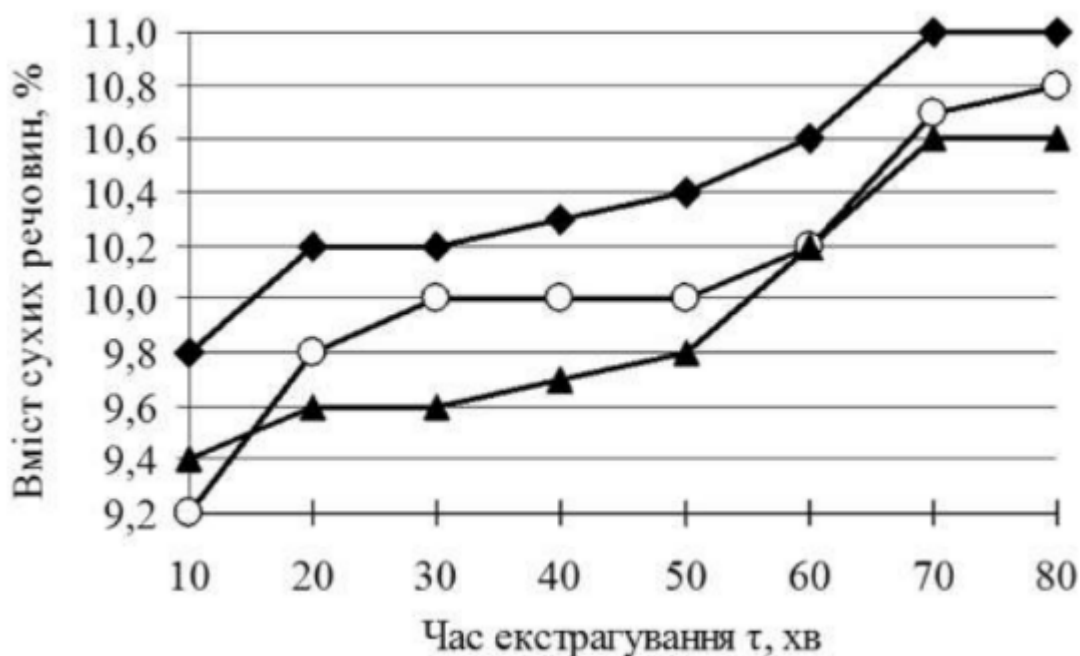


Рисунок 2 - Динаміка переходу СР у дифузійний сік під час екстрагування різними екстрагентами:

♦ – водопровідна вода; ○ - 50 – 50% розчин аноліту; ▲ – 100% розчин аноліту

Досліджено, що найбільш повно цукроза переходить у дифузійний сік за використання у якості екстрагента 100% розчину аноліту. Його використання



для екстрагування спричиняє менший перехід у дифузійний сік нецукрів. Щодо розвитку мікрофлори дифузійного соку, то ефективну інгібуючу дію здійснюють 30%, 40%, 50%, 100% розчини аноліту, зниження показника pH_{20} у цих зразках на п'яту добу у порівнянні з першою складає 10,2%, 8,6%, 6,8%, 10,3%, відповідно. Але найкращі результати були отримані при використанні 50% розчину аноліту, зниження pH_{20} отриманого на ньому дифузійного соку на п'яту добу складає 6,8%, що менше на 17,8% у порівнянні з контрольним зразком, зниження показника pH_{20} якого склало 24,6%.

Отримані дані експериментальних досліджень підтверджуються результатами мікробіологічного посіву. Ефективну бактерицидну дію на мікрофлору дифузійного соку здійснює 50% розчин аноліту. Оскільки аноліт покращує умови переходу цукрози у розчин та створює передумови для скорочення часу екстрагування у сучасних дифузійних апаратах. Таким чином, аноліт є ефективним дезінфектантом з тривалим бактеріодинамічним ефектом і є перспективним для застосування в технологічному процесі цукрового виробництва, а саме в процесі екстрагування цукрози. Час релаксації аноліту при екстрагуванні складає 96 хв, цього часу цілком достатньо для проходження екстракції у дифузійному апараті.

Висновки.

Ефективну бактерицидну дію на мікрофлору дифузійного соку здійснює 50% розчин аноліту, але чистота дифузійного соку отриманого за використання такого розчину у якості екстрагенту нижча, у порівнянні з чистотою соку контрольного зразка. Тому саме для процесу екстрагування необхідно використовувати 100% розчин аноліту, оскільки саме він підвищує проникність мембран клітин бурякової стружки для цукрози і знижує її для нецукрів. Використання 100% розчину аноліту також створює передумови для скорочення часу екстрагування бурякової стружки у сучасних дифузійних апаратах.

Література

1. Находкина В.З. Микробиология и микробиологический контроль в свеклосахарном производстве Пищевая промышленность, - М., 1975. – 98 с.
2. Електрохімічно активовані розчини як екобезпечні дезінфектанти цукрового виробництва / І.М. Бордун, В.В. Пташник, Р.Б. Чаповська, Анжей Барига // Цукор України. – 2014. – №3(99). – С. 12 – 15.
3. «ЖИВА» і «МЕРТВА» вода на службі медицини [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://universum.if.ua/grishchuk.html>. – Назва з екрану.
4. Патент С13D1/18 Способ получения диффузионного сока / Влызько Л.И.; Попов А.О.; Бахир В.М.; Задорожний Ю.Г.; Барабаш Т.Б. – №94030910/13; заявл. 23.08.1994; опуб. 10.07.1997.
5. Патент С13D1/08 Способ получения диффузионного сока / Лосева В.А., Квитко И.В., Ефремов А.А., Прасолов Д.В., Болотов Н.А., Кашкин Е.Е., Чеботарев Г.А.; заявл. 05.08.2002; опуб. 27.06.2004.



Abstract. *The article describes the study of the possibility of using electrochemically activated solutions in the technological process of obtaining diffusion juice of sugar production. The efficiency of the anolyte against the contaminating microflora of diffusion juice has been established and it is promising for use in sucrose extraction.*

Key words: *electrochemically activated solutions, catholyte, anolyte, bactericidal effect, extractant, sucrose, diffusion.*

Статья отправлена: 25.06.2022 г.

© Ткаченко С. В.



UDC 635.63.07:664.8.035.2

ANALYSIS OF THE QUALITY AND BIOCHEMICAL COMPOSITION OF FRESH AND FERMENTED CUCUMBERS

Voitsekhivskiy Volodymyr,*Ph. D., associate professor***Hladun Andriy,***student,***Tkachuk Svitlana,***dr. b. s., professor***Berezhnyak Evgeniy***Ph. D., associate professor**National university of life and environmental sciences of Ukraine, Kiev***Smetanska Irina,***dr.-ing., dr. agr. s., professor**University of Applied Sciences Weihenstephan-Triesdorf, Germany***Tokar Anastasiya,***dr. agr. s., professor**Uman national university of horticulture, Uman, Ukraine***Muliarchuk Oksana,***Ph.D., associate professor,**Higher educational institution «Podillia State University», Kamianets-Podilskyi, Ukraine***Balitska Lyudmyla,****Ilchenko Yana,***researchers,**Ukrainian institute for plant varieties examination, Kiev***Turak Oksana,***Ph.D., associate professor**Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk*

Abstract. Fresh cucumbers of the Asterix variety contain a low content of valuable nutrients. Higher content of biologically active substances was characterized by more formed fruits of the group of greens on average by 30-40%. To prepare high-quality and biologically valuable fermented products, it is advisable to use fresh leaves and underdeveloped inflorescences of dill at the beginning of flowering and fully formed horseradish leaves, which increases the content of ascorbic acid, polyphenols and carotenoids in the finished product. The concentration of nitrates in the finished product is reduced by 3-4 times.

Key words: cucumbers, fermentation, biochemical composition, quality.

Introduction.

Cucumber is the oldest and most common vegetable crop. World production of this vegetable reaches over 85 million tons. The leader in production and export (over 80%) is China, Ukraine ranks 7-8 and is promising [2, 6].

Currently, varieties of cucumber varieties for various purposes (fresh consumption, canning and fermentation) have been bred. Caloric content of fresh fruits, only 15 kcal/100 g of raw material, of which 0.8 kcal - proteins, 0.1 kcal - fats, 3.0 kcal - carbohydrates), while 95 % of fruits consist of water. Cucumbers contain fiber, sugar and a huge amount of vitamins such as C, B₁, B₂, P, provitamin A, minerals (magnesium, phosphorus, iron, calcium, potassium, iodine), as well as enzymes that help digest animal proteins, therefore, it is important when combining meat dishes to combine them with a salad containing cucumber. Biochemical



composition and biological value depends on growing conditions, technology and varietal characteristics [4, 5].

One of the promising areas of cucumber processing is fermentation. Preparation of fermented cucumbers is based on obtaining a natural preservative - lactic acid. Due to the osmotic pressure created by the salt solution, sugars, which are food for lactic acid bacteria, diffuse into the filling. During fermentation, a complex of various valuable compounds is formed, which have a positive effect on the stability of the product. The products obtained in this way have special organoleptic characteristics, and altered content of biologically active substances. There is very little data of this kind [5, 7].

The aim of our research was to identify the influence of fruit quality on the quality and biological value of fermented cucumbers.

Research materials and methods.

The research was conducted at the department of technology of storage, processing and standardization of planting products named after B.V. Lesika, NULES of Ukraine. Fresh and fermented cucumbers and fillings were used to determine the content of: dry soluble substances (DSS), titrated acidity (TA), ascorbic acid (AC), polyphenols (PF), carotene (K), nitrates (N) and organoleptic parameters (8-point system). The experiment used Asterix cucumbers (pickles, gherkins of groups 1 and 2 and greens), and 1 recipe with common spices (horseradish, cherry, tarragon, currant, dill inflorescences, garlic) in same proportions. Raw materials are grown according to standard technology (SSTU 6016:2008) and complied with SSTU 3247:95, processed products – SSTU 8509:2015. The tests were performed according to generally accepted methods [3, 8].

Results and their discussion.

The content of the main valuable components of the biochemical composition in fresh cucumbers was different and depended on the quality group (table 1).

1. Components of the biochemical composition of cucumber fruit

Biochemical indicators, content	Group by quality (option)			
	Pikuli (1)	Gherkin 1 group (2)	Gherkin 2 group (3)	Zelentsy (4)
Dry matter, %	4.81±0.31	4.90±0.24	5.11±0.16	5.30±0.11
Amount of sugars, %	2.53±0.28	2.82±0.17	3.66±0.25	3.98±0.28
Ascorbic acid, mg/100g	4.21±0.29	4.92±0.31	6.08±0.45	7.02±0.52
Poliphenolic, m/100g	21.12±1.61	23.84±2.95	28.34±2.94	32.22±5.11
Carotenoids, m/100g	2.52±0.26	3.01±0.21	3.42±0.38	3.86±0.39
Nitrates, mg/kg	11.6±0.19	12.6±0.21	13.8±0.35	14.3±0.14

Quality gradation according to the current standard (SSTU 3247-95) fresh cucumbers are divided into quality groups for canned products (pickles, gherkins and greens). But such gradations were considered by us to be expedient for fermented products as well, which promotes quality improvement. The analysis of the obtained data revealed that the content of biologically active substances is higher in greens than in pickles, in particular dry matter by 9.4%, the amount of sugars - by 37.4, ascorbic acid - by 40, biologically active polyphenols - by 3%, carotenoids - by 35 and nitrates - by 21 % [7, 9]. This can be explained by the fact that important



biologically active substances are formed more intensively during seed formation. Cucumber fruits do not form high levels of biologically active substances, but due to their prevalence and presence in daily consumption, they are an important component of nutrition and providing the human body with available nutrients.

As a result of our work, we analyzed the content of ascorbic acid in spicy aromatic raw materials used for pickling and marinades in the forest-steppe zone and found quite different C – vitamin content of some studied objects (table 2). Thus, the content of ascorbic acid is highest in the leaves of horseradish – 394.0-627.0 and currants – 277-264 mg/100 g, 4.7%, and young horseradish leaves contain AA by 37.2 % compared to fully formed. Quite a high concentration of AA contains oak leaves, cherries (160-167 mg/100 g).

2. AA content in different types of spices

Culture	Plant organ	Maturity	AA content, mg/100g
Currant	Leaf	healthy, fresh	277.0±5.3
	Leaf	fresh with spot (disease)	264.0±5.1
Tarragon	Leaves with stems	Stem top part	38.0±2.4
	Leaves with stems	Stem middle part	32.0±1.9
Dill	Inflorescence	at the beginning of flowering	124.0±3.7
	Inflorescence	at the beginning of seed formation	112.0±2.5
	Inflorescence	with almost formed seeds	79.0±1.5
	Leaf	fresh	123.0±2.9
	Stem top part	fresh	75.0±1.4
Horseradish	Stem middle part	fresh	40.0±1.1
	Leaf	young (light green, tender)	394.0±8.9
	Leaf	old (dark green, thick)	627.0±9.9
Cherry	Leaf	fresh	160.0±6.5
Oak	Leaf	fresh	167.0±7.9
Garlic	Leaf	fresh	13.2±1.1
	Clove	fresh	11.2±0.9

During the maturation of dill inflorescences there are significant changes in the concentration of AA. It was found that the highest concentration of AA contains dill umbrellas at the beginning of flowering (up to 124.0 mg/100g). Fresh leaves and inflorescences of dill (at the beginning of flowering) contain almost the same amount of AA, and the stem (lower part) 3 times, the upper – almost 2 times lower concentration of ascorbic acid compared to leaves and inflorescences. In the stems of the upper part of tarragon, the content of AA is higher than in the lower part, and in comparison with the inflorescences and leaves of dill 4 times less.

The content of AA in the teeth of fresh garlic is insignificant up to 13.2 mg/100 g, and therefore its presence in the recipe has a greater effect on taste than on the AA of the product. In general, fermented cucumbers of all variants had harmonious taste properties, were fragrant, good in appearance and most importantly with a crispy texture. During fermentation, the chemical composition of cucumbers and fillings changes (table 3). Lactic acid accumulates in all variants, so the acidity has increased and is in the range of 1.07-1.29 %.



3. Biochemical parameters of fermented cucumbers

Option of experiment	Kind of product	Content TA, %	Content AA, mg/100g	Content PS, mg/100g	Content carotenoids, mg/100g	Content nitrate, mg/kg	Organoleptic value, point
1	cucumbers	1,23-1,29	12,80	41,41	4,12	3,21	7,6
	brine	1,23-1,29	11,56	39,23	3,94	2,56	-
2	cucumbers	1,07-1,12	12,20	43,2	4,48	5,11	7,7
	brine	1,07-1,12	12,10	40,22	4,13	4,86	-
3	cucumbers	1,03-1,08	12,90	43,45	4,67	4,92	7,9
	brine	1,03-1,08	12,30	41,57	4,28	4,12	-
4	cucumbers	1,10-1,17	14,92	45,82	5,05	6,23	7,8
	brine	1,10-1,17	14,42	43,42	4,34	5,11	-

The concentration of AA, PS and carotenoids in ready-fermented cucumbers is higher than in fresh fruit, this is due to the extraction of these compounds from the leaves of horseradish, oak and other components. The data obtained indicate that fermented products using common traditional spices have increased biological value. The content of nitrates characterizes the safety of raw materials.

During fermentation, the content of these substances is reduced by 3-4 times, so it can be argued that the product is completely safe.

Conclusions and suggestions.

Fresh fruits of Asterix cucumber contain a number of biologically active nutrients in small quantities. It was found that the higher content of biologically active substances was characterized by more formed fruits of the group of greens by an average of 30-40%. To prepare high-quality and biologically valuable fermented products, it is advisable to use fresh leaves and underdeveloped inflorescences of dill at the beginning of flowering and fully formed horseradish leaves, which increases the content of AA, PS and carotenoids in the finished product. The concentration of nitrates in the finished product is reduced by 3-4 times. The obtained results should be used in the production of various fermented vegetable products of high quality and biological value.

Bibliography:

1. Бараненко В.В. Супероксиддисмутаза в клетках растений. Цитология. 2006. 48.6: 465-474.
2. Логоша Р.В. Світовий ринок овочів та місце на ньому України. Серія: Економічні науки. 2012. 3: 164–169.
3. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / [За ред. Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка]. Х. : Основа, 2001: 369.
4. Подпрятков Г.І., Скалецька Л.Ф., Войцехівський В.І. Товарознавство продукції рослинництва. К.: Арістей. 2005: 256.
5. Подпрятков Г.І., Войцехівський В.І., Кіліан М., Сметанська І.М. та ін. Технології зберігання, переробки та стандартизація сільськогосподарської продукції. К.: ЦІТ Компрінт, 2017: 658.
6. Хареба В.В., Хареба О.В., Фурман В.А. Стан і проблеми розвитку галузі овочівництва. Наук. вісн. НУБіП України. Сер. Агрономія. 2013. 183: 9-14.



7. Amiot M.J., Fleuriet A., Cheynier V., Nicolas J. Phenolic compounds and oxidative mechanisms in fruit and vegetables. *Phytochemistry of fruit and vegetables. Proceedings of the phytochemical society of Europe*. New York, NY: Oxford University Press, 1997. 41: P. 51-85.

8. France J., Thornley J.H.M. *Mathematical models in agriculture*. London: Butterworths, 1984: 335.

9. Tomas-Barberan F.A., Espin J.C. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *J. Sci. Food Agric.* 2001. 81. 9: 853-876.

© Voitsekhivskyi V., Hladun A., Tkachuk S., Berezhnyak E., Smetanska I., Tokar A., Muliarchuk O., Balitska L., Ilchuk Ya., Turak O.



УДК 636.2.084.085. 2.11.

**GROWING AND PRODUCTIVITY OF FEEDING BULLS OF
DIFFERENT BREEDS AND THEIR BRIDGE AT THE AVERAGE LEVEL
OF FEEDING IN THE CONDITIONS OF THE REGION OF SUFFERING
ВИРОЩУВАННЯ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ БУГАЙЦІВ РІЗНИХ
ПОРІД І ЇХ ПОМІСЕЙ ПРИ СЕРЕДНЬОМУ РІВНІ ГОДІВЛІ
В УМОВАХ РЕГІОНУ ПОКУТТЯ**

Kalynka A.K. / Калинка А.К.
s..a .s / Ph.D

Lesyk O.B. / Лесик О.Б.
s..a .s / Ph.D

Tomasz L.V. / Томаш Л.В.
к. юридичних. н. / Ph.D

*Agricultural Experimental Station of Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського
господарства Карпатського регіону Національної академії аграрних наук України*

Prylipko T.M. / Приліпко Т.М.
d.a.s., prof. / д.с.н., проф.

ORCID: 0000-0002-8178-207X

*Higher education institution Podolsk State University,
Kamianets-Podilskyi, Shevchenko, 13, 32300*

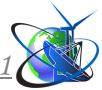
Заклад вищої освіти Подільський державний університет

Abstract. *The article covers issues related to the study of the efficiency of growing bulls of different breeds and their crossbreeds for the production of competitive cheap and quality beef, which will address economic, industrial and technical issues of food security in the Pokuttya region. For the first time, a scientific and economic experiment was conducted on different breeds of ruminant bulls according to the scheme developed and presented in the article. It is concluded that when growing bulls of different breeds on the same feed, feeding and keeping rations, it is necessary to breed Simmental meat breed of new generation cattle, which has high average daily gain - 878 g, which is 161 g (22.4%) more than the third group with normal metabolic and biochemical parameters, more than peers-analogues of the III-group of black-spotted breed of dairy direction of productivity. The results of the studies indicate that at the end of the experiment in the III group of bulls in the blood the number of erythrocytes, hemoglobin, total protein and carotene was 0.6 million mm, 1.0%, 1.0% and 0.253%, more than peers -analogues of the II-experimental group. According to the results of our own research, which was proved in III and IU experimental groups when grown on the same diets contributed at the beginning and end of the experiment, a probable increase in hemoglobin concentration, increase in erythrocytes and leukocytes in peers from analogues) and IU - experimental groups (red-spotted cattle). Hence, it should be emphasized that the hemoglobin in bulls of II and III-experimental groups was 12.3 - 13.3%, in I and IU-experimental was reduced by 0.9%, at a rate of 90-100 g / l.*

Key words: *breed, bulls, diet, feeding, growth, live weight, cultivation, erythrocytes.*

Formulation of the problem.

Despite the financial and economic crisis of our country, today there is an urgent need to provide the Ukrainian population with high quality products and low prices, which is caused by the low purchasing power of the population in the Western region of Ukraine. In modern Ukrainian market relations and the financial and economic crisis in the formation of agro-industrial complex in Ukraine, which necessitates a significant increase in profitability of livestock production, including cheap and



quality beef in public sector farms of various forms of ownership, which is relevant in the Carpathian region Pokuttya. In this regard, for this most effective achievement of this important goal is to increase the own genetic potential of productivity of the new population of the Bukovinian zonal type of beef cattle, using optimal conditions for growing, feeding and keeping for its fuller implementation, which is the goal for agrarian, educational science and this controlled Carpathian region of Pokuttya in Prykarpattia [3, 4].

At the long organization of cultivation and fattening of bulls of new population of meat minced Simmentals of cattle it is possible to reach high indicators of live weight and slaughter yield of meat products not only from cattle of meat breeds and their types, but also from ruminants of some breeds of dairy and combined directions. productivity in the Pokuttya region [9]. Due to this production and depending on the intensity of feeding bulls of different breeds of ruminants, which are bred in FIG "Potochishche" Horodenka district of Ivano-Frankivsk region, the daily gain of live weight first increases (to the middle of fattening), and then gradually decreases in the final physiological period of this region.

The overall natural growth potential of young ruminants can only be fully realized by feeding high-value, bulky and energy-rich feeds, ie on high-energy diet recipes. One of such important production factors of the environment that affect the formation of productivity of young animals, the main is the level and completeness of feeding, which changes significantly at certain stages of ontogenesis [6,14].

Thus, the identification of different breeds and their created genotypes and mixtures of ruminants at the present stage of formation of the dairy and beef cattle industry, which would be best suited for the production of competitive cheap and quality beef, has important scientific and production - economic significance for the important region of Pokuttya. in the Carpathians.

Analysis of recent research and publications.

Many years of selection and breeding work have already created a new population of Bukovynian zonal type of meat komomo Simmental cattle in the Western region of Ukraine, which is formed using the classical method of absorption crossing of local Simmental with breeding bulls of meat productivity of different selection and lines [2, 10]

At this difficult time in the field of our Ukrainian livestock there is an increased interest of producers in different breeds and their types and mixtures of ruminants, created in the above region.

Setting objectives.

The aim is to study the efficiency of cultivation and productivity of bulls of different breeds and their ruminant crossbreeds at the average level of feeding in the Pokuttya region. Therefore, the most necessary condition for the successful production of cheap and high-quality beef for growing various dairy and meat breeds of cattle in the Carpathian region of Ukraine. Currently, the most acute problem is to balance the feeding of young animals that are grown and fattened for protein at an average level of energy in the diet recipes, which occupies a central place in the



technology of cheap, high-quality beef in the region. Currently, when using domestic well-known high-protein productive additives in the cultivation and fattening of young ruminants is limited by their shortage and significant high cost, which necessitates the need to find their own high-quality cheap feed, which would not yield to traditional feed additives. economic side would be available to the current Ukrainian manufacturer.

Therefore, of particular interest is the growth energy of young animals in all physiological periods of ruminant development, meat productivity, fattening and slaughter qualities of the meat contingent of different breeds, types and their mixtures at an average level of cultivation with 800 - 900 g of daily gain using different promising environmentally friendly intensive feeding technologies. When achieving the goal according to the recommendations [1, 5].

For this purpose, 10 new populations of the Bukovynian zonal type of meat coma Simmental bulls were selected in 7 months: (I group - experimental), local half-blooded bulls Simmental $\frac{1}{2}$ x $\frac{1}{8}$ Ukrainian red-spotted dairy x $\frac{3}{4}$ Bukovynian zonal type of meat comolo Simmental (II group - experimental), black - speckled (III group - experimental), Ukrainian red-speckled (1Y - experimental), Simmental (Y - experimental), (Y1-experimental) Simmental x $\frac{3}{4}$ 4 Bukovynian zonal type of meat comolo Simmental Y11- experimental black-spotted x $\frac{3}{4}$ Simmental meat similar in live weight at birth and age. In the basic FIG "Potochishche" and still breed different breeds and their types of livestock in the region of Pokuttia. There are no farms in Ukraine that breed as many breeds and their types as this Potochishche FIG.

In this regard, for the first time we conducted a scientific and economic experiment on different breeds of ruminant bulls according to the developed scheme (Table 1).

Table 1 - Scheme of scientific and economic experience

Groups	Sex	n	Breed, genotype
And - experimental	bulls	10	Bukovynian zonal type of meat
II - experimental		10	comological Simmental
III - experimental		10	Simmental is Ukrainian
II - experimental		10	red - speckled milk $\frac{1}{8}$ x
Y - experimental		10	Black and speckled
Y1 - experimental		10	Red-spotted
Y11- experimental		10	Simmental

Keeping bulls in winter and spring was stable. Until the age of 6 months, the young were kept in group cages for 10 heads, and in winter on a leash. As a rule, bulls were fed twice a day - in the morning and in the evening. The amount of feed in the daily diet was close to complete. Drinking was carried out from autodrinkers. Feeding of bulls was carried out in the expectation of obtaining a daily gain of 800 - 900 g. In compliance with all the requirements of the analogy of selection of bulls in the group, their number was in the experiment of 10 heads of analogues. Before the start of the experiment in the equalization period, which lasted 15 days, work was carried out on the formation of groups and adaptation of bulls to the conditions of the experiment and the recipe of the diet. During this important period on Against the background of the same feeding checked the similarity of groups in productivity,



intensity of livestock growth. Based on the obtained data, the composition of the experimental groups was specified. The group account of the consumed forages by weighing of forages and their remains was carried out. Recipes for rations for experimental bulls were based on chemical analysis of used feed. The amount of feed consumed in groups was set by control feeding for two consecutive days once a week [6, 7, 8]. During the experiment, diet recipes were adjusted to take into account the age and live weight of bulls of different ruminant breeds. Blood for the study was taken from the jugular vein 2-2.5 hours after feeding from 3 bulls - analogues from each group before the study and at the end of the experiment.

Presentation of the main research material.

During the study period, bulls of different breeds and their crossbreeds of ruminants were fed their own feed produced in the farm PFG "Potochishche" region Pokuttya. In the winter-stall period, recipes for rations of young ruminants consisted mainly of clover hay, silage, haylage and energy feed, and fed according to the scheme adopted in the basic farm, which is designed to obtain daily gains of 800-900 g. days in different periods of growing experimental bulls of different breeds and their crossbreeds are shown in Table 2. Since the milk period of growing bulls coincided with the winter period of the year, so the rations of ruminants included: hay, silage, haylage and concentrates.

Table 2 - The composition and structure of diet recipes

Feed	Months of development of experimental bulls					
	7- months		9 - months		12- months	
	кг	%	кг	%	кг	%
Clover hay	1,3	10,0	1,8	18,2	2,0	17,5
Corn silage	5,5	42,6	7,0	22,6	9,0	25,1
Clover haylage	1,7	13,1	3,0	16,1	3,0	13,9
Fodder beet	2,2	17,0	4,0	7,4	6,0	9,6
Wheat grain	1,7	13,3	1,0	17,5	1,2	18,1
Corn grain	0,5	3,8	1,0	18,3	1,0	15,8

Thus, at the age of 12 months, in the recipe of the bull's diet, 17.5% - occupied clover hay, 25.1% - corn silage, 23.5% - clover haylage and concentrated - 33.9%. At the same feeding, and due to the difference in own increments, per 100 kg of live weight of dry matter consumption throughout the main study period, where the highest was in the second group, and the lowest - in the Bukovinian zonal type of meat komomo Simmental cattle of new generation.

Thus, the consumption of dry matter per 100 kg of live weight in experimental bulls decreased with age. If at the age of 6 months this indicator was 2.64 kg in the Bukovynian zonal type of meat comolo Simmental of cattle, 2.72 - in crossbreeds of $\frac{1}{2}$ blood of Simmental breed $\frac{1}{4}$ Ukrainian red-spotted x $\frac{3}{4}$ Bukovynian zonal type of meat comolo Simmental bulls, 3.29 - $\frac{3}{4}$ blood Bukovynian zonal type meat comolo Simmental bulls, black - speckled 2.99 and in Ukrainian red - speckled 2.78 and at the age of 2.61, 2.82, 2.85 and 2.95 respectively.

Studies have also identified the use of feed by bulls of different breeds ruminants for the main period of the experiment per 1 feed day (Table 3).

**Table 3 - Recipe for feeding the bulls (for 1 feed / day)**

FEED	experimental groups of bulls						
	1	11	111	1Y	Y	Y1	Y11
Hay, kg	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,3
Grain mixture, kg	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Silo, kg	15,3	15,3	15,3	15,3	15,1	15,3	15,1
Haylage, kg	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2
Table salt, g	53,5	53,5	53,5	53,5	53,5	53,5	53,5
The diet contains:							
Exchange energy, mJ	93,3	93,0	95,1	92,5	92,6	91,7	95,3
Feed units, kg	8,84	8,79	8,8	8,73	8,75	8,65	8,73
Peret. protein, g	854,6	856,6	853,0	855,0	861,1	858,7	859,6
Dry matter, kg	11,2	11,3	11,4	11,2	11,3	11,3	11,2
Sugar, g	632,5	632,5	639,0	674,0	675,4	676,5	575,3
Calcium, g	108,3	108,0	108,2	107,5	108,6	107,8	106,9
Phosphorus, g	33,7	33,1	33,4	33,5	34,3	33,5	33,2
digestible protein							
at 1 MJ, g	109,0	108,0	111,4	108,2	109,3	108,7	109,2
on 1 fodder unit, g	103,4	102,3	103,0	102,1	103,2	102,7	101,7
per 1 kg of dry matter, g	131,0	131,9	133,6	128,9	128,2	126,5	127,3

It is known that the main indicators characterizing the growth of bulls are the growth of live weight for each physiological period of development in this experiment. The dynamics of productivity of bulls in the post-milk period from 7 to 9 months of age in the basic farm was studied (Table 4).

Table 4 - Dynamics of growth of bulls, kg

Indicator	Research groups						
	I	II	III	IV	Y	Y1	Y11
Live weight at birth, kg	35,7	34,5	33,5	32,7	33,5	33,2	31,3
Live weight at 7 months. age, kg	182,4± 4,28	177,1± 4,12	161,1± 4,55	179,3± 3,7	175,3± 3,85	181,5± 4,15	171,3± 3,87
Live weight at 9 months. age, kg	252,8± 4,22	237,7± 4,92	230,4± 5,74	235,5± 3,43	245,3± 4,13	249,3± 3,75	235,7± 2,97
Absolute increase from 7- to 9 months. age, kg	70,4± 1,45	60,5± 1,56	69,3± 3,91	56,2± 2,87	70,0± 3,21	67,8± 2,13	64,40± 2,03
Daily increase, g	838,1± 15,80	720,2± 16,96	825,0± 42,49	669,0± 35,6	833,3± 19,35	807,1± 18,65	766,7± 17,6
Live weight at 12 months. age, kg	347,4± 3,21	337,1± 3,35	318,1± 3,23	330,3± 2,89	342,5± 2,75	341,7± 3,12	340,5± 2,89
Increase from date of birth to the end of the main period							
Absolute, kg	311,7± 3,12	302,6± 3,43	284,6± 3,02	297,6± 3,65	309,1± 3,21	308,5± 3,13	309,2± 2,89
Daily, g	878,0± 14,54	852,4± 15,65	717,2± 18,75	838,3± 18,25	870,7± 16,35	869,0± 15,45	870,9± 16,35



According to the results of our research, we studied the productivity of experimental bulls of different breeds with the determination that the highest live weight at birth was the young of the new population Bukovynian zonal type of meat komomolog cattle Simmental - 35.7 kg, which is 3.4% more than ruminants with a share $\frac{3}{4}$ blood of Simmental meat breed and 6.1% - from peers of red - spotted dairy cattle, but the difference between the groups was incredible.

In our research, we determined the increase in live weight from the date of birth to delivery to the meat plant. Thus, for the first three months from 7 to 9 months of age, the average daily growth of young animals in the first group was 948 g, the second - by 14.9%, the third - by 5.4 and the fourth by 3.2 %% were lower with a probable difference from the first experimental group. A small difference (5 kg) in the live weight of bulls at 7 months of age of the first and second groups, due to high daily gains of the latter (948 g), which is 14 g more than bulls - peers of the second, and 49.0 g - than analogues of the first experimental groups.

It is interesting to find that after reaching the age of one year old bulls 1 - experimental group weighed an average of 347.4 kg, which is more compared to peers of the second group by 3.0%, and the third - by 9.2% and the fourth by 5, 8% for the obtained probable difference.

The experiment found that for the period from 9 to 12 months, the absolute gain on average in all groups was more than 85, kg kg, and the average daily gain in the first group was 838.1 g, in the second - 117.9 g less, and in the third - by 13.1 g, and in the fourth by 171.4 g less than the peers of the Bukovynian zonal type of meat comolo Simmental cattle.

In our studies, we obtained an average of 838.1 g in the post-milk period, where the daily gains in bulls of the Bukovynian zonal type of beef cattle were at the level of 838.1 g, and black-spotted (the third experimental) - by 22.4%. During the period from birth to 12 months of age, the highest growth energy, which was characteristic of young animals of the Bukovynian zonal type of meat komomola cattle (878.0 g), which is 25.6 g higher than local bulls of the second experimental group with a probable black - speckled breed difference of 160.8 g.

Thus, the absolute increase of bulls of the Bukovynian zonal type of meat comolate Simmental cattle, which amounted to 311.7 kg, 1-groups - 302.6, 111 - 284.6 and 1Y - 297.6 kg. During the period (7-12 months) high daily gains were found in the Bukovynian zonal type of meat comolo Simmental bulls, which gave 878.0 g, or (22.4),% higher compared to black - spotted milk, and 57 g (4.7%) relative to bulls of Ukrainian red - spotted cattle.

It was found that, on average, during the study period, the average daily gain of bulls of the Bukovynian zonal type of meat komomole cattle was at the level of 878 g, and the second experimental - by 3.0% less. It was found that the variability of growth in the experimental period was high in animals - 7.74%, and slightly lower in local animals with blood of the Bukovina zonal type of meat como-Simmental cattle - 4 - 5.6%. With this in mind and in order to conduct a zootechnical assessment of the cultivation of bulls of different breeds of cattle, calculations of the efficiency of the use of experimental feed ruminants and digestible protein were performed.

It should be noted that the bulls of the second experimental group in the period



from 7-months of age and up to one year of age were inferior to analogues of the studied groups in terms of feed consumption during the experiment. In bulls up to 6 months of age per 1 kg of gain at least 5.22 feed units and 565.6 g of digestible protein was consumed by animals of the first group, which is 0.73 and 79.3 less than the analogues of the third group and 0.11 and 12.1 - from the second. In the post-milk period in 7 - we months. At that age, feed consumption for growth was high, but per 1 kg of growth, ruminants of the second group spent the most - 11.49 units. and 1072.3 g of digestible protein.

Thus, based on the obtained indicators, a similar picture was observed regarding the productive use of digestible protein, which explains the higher average daily gains in Simmental beef bulls compared to local peers during periods of more productive use of feed nutrients.

During the experiment up to 7 months of age, bulls consumed 83.71 kg of digestible protein. Up to a year, experimental bulls consumed 927.2 g of digestible protein per 1 kg of gain in the first experimental group. In the second group, bulls consumed 8.6%, in the third group - by 9.6% and in the fourth - 9.5% more digestible protein compared to the peers of the Bukovina zonal type of meat komomolo Simmental cattle of new generation.

Thus, 121.5 kg of digestible protein was consumed during the whole experimental period, while Simmental beef cattle consumed 927.2 g of digestible protein per 1 kg of growth, and the mixture of the second experimental one consumed 145 g of the third group of 38.3 g and the fourth group - 48.0 g more than the first group.

According to the results of zootechnical evaluation of the effectiveness of feed use in ruminants of the studied planned breeds, which were bred in PFG "Potochishche" gives the opportunity to judge the effectiveness of fattening bulls Bukovynian zonal type of meat komomolan cattle, which use nutrients much better in diet recipes during the entire main period of the experiment to obtain a high increase in live weight in comparison with their mixtures. Blood was taken at the beginning and end of our experiment in bulls of different breeds of cattle for biochemical studies (Table 5).

It was found that in the 111-experimental group the animals contained more by 0.10-0.24 million mm of erythrocytes, 0.16-0.3 g% hemoglobin 0.240 and 0.33% protein after the experiment. The results of the studies indicate that at the end of the experiment in group III of bulls in the blood the number of erythrocytes, hemoglobin, total protein and carotene was 0.6 million mm, 1.0%, 1.0% and 0.253%, more than their peers. -analogues of the II-experimental group.

According to the results of our own research, which was proved in 111 and 1U experimental groups when grown on the same rations contributed at the beginning and end of the experiment, a probable increase in hemoglobin concentration, an increase in erythrocytes and leukocytes from peers in the 111th experimental group) and 1U - experimental groups (red-spotted cattle). From here It should be emphasized that the hemoglobin in bulls II and III-experimental groups was 12.3 - 13.3%, in 1 and 1U-experimental was reduced by 0.9%, at a rate of 90-100 g / l

**Table 5 - Indicators of blood of bulls (M + m, n = 3)**

Indicator	Research groups						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Erythrocytes,	$\frac{5,10 \pm 0,10}{6,5 \pm 0,15}$	$\frac{5,11 \pm 0,09}{6,9 \pm 0,35}$	$\frac{5,20 \pm 0,12}{7,5 \pm 0,24}$	$\frac{5,26 \pm 0,07}{6,4 \pm 0,35}$	$\frac{5,25 \pm 0,11}{6,5 \pm 0,27}$	$\frac{5,12 \pm 0,07}{6,8 \pm 0,38}$	$\frac{5,13 \pm 0,09}{6,7 \pm 0,35}$
million m3	$\frac{9,10 \pm 0,08}{11,4 \pm 0,06}$	$\frac{9,15 \pm 0,06}{12,3 \pm 0,08}$	$\frac{9,26 \pm 0,11}{13,3 \pm 0,04}$	$\frac{9,30 \pm 0,09}{11,4 \pm 0,08}$	$\frac{9,36 \pm 0,12}{12,3 \pm 0,07}$	$\frac{9,55 \pm 0,08}{11,3 \pm 0,04}$	$\frac{9,25 \pm 0,03}{10,4 \pm 0,07}$
Hemoglobin, g /%	$\frac{7,07 \pm 0,1}{7,6 \pm 0,45}$	$\frac{7,14 \pm 0,11}{8,5 \pm 0,58}$	$\frac{7,31 \pm 0,1}{9,5 \pm 0,20}$	$\frac{7,37 \pm 0,19}{8,2 \pm 0,15}$	$\frac{6,51 \pm 0,3}{8,5 \pm 0,27}$	$\frac{7,44 \pm 0,14}{7,5 \pm 0,61}$	$\frac{6,07 \pm 0,5}{6,8 \pm 0,55}$
Total protein, %	$\frac{56,0 \pm 0,39}{61,5 \pm 0,25}$	$\frac{55,5 \pm 0,09}{63,5 \pm 0,23}$	$\frac{56,3 \pm 1,10}{60,3 \pm 0,18}$	$\frac{57,4 \pm 0,80}{61,6 \pm 0,35}$	$\frac{53,3 \pm 1,15}{59,3 \pm 0,24}$	$\frac{51,5 \pm 0,05}{61,5 \pm 0,21}$	$\frac{55,0 \pm 0,29}{60,5 \pm 0,15}$
Sugar, mg%	$\frac{484 \pm 7,4}{546 \pm 11,3}$	$\frac{488 \pm 8,0}{568 \pm 13,8}$	$\frac{496 \pm 11,6}{570 \pm 16,5}$	$\frac{490 \pm 8,9}{555 \pm 13,7}$	$\frac{487 \pm 12,6}{560 \pm 15,9}$	$\frac{468 \pm 6,0}{558 \pm 11,8}$	$\frac{454 \pm 5,4}{530 \pm 10,8}$
Alkaline reserve, mg%	$\frac{2,51 \pm 0,10}{3,2 \pm 0,15}$	$\frac{2,63 \pm 0,18}{3,0 \pm 0,35}$	$\frac{2,80 \pm 0,14}{3,4 \pm 0,24}$	$\frac{2,80 \pm 0,12}{2,9 \pm 0,38}$	$\frac{2,60 \pm 0,17}{3,1 \pm 0,17}$	$\frac{2,53 \pm 0,15}{2,0 \pm 0,39}$	$\frac{2,35 \pm 0,18}{3,6 \pm 0,25}$
Urea, mmol. l	$\frac{11,4 \pm 0,28}{12,5 \pm 0,58}$	$\frac{11,5 \pm 0,44}{13,6 \pm 0,25}$	$\frac{12,0 \pm 0,30}{13,0 \pm 0,12}$	$\frac{11,9 \pm 0,34}{14,6 \pm 0,45}$	$\frac{11,0 \pm 0,35}{12,0 \pm 0,17}$	$\frac{11,8 \pm 0,35}{11,6 \pm 0,28}$	$\frac{11,7 \pm 0,21}{11,5 \pm 0,57}$
Calcium, mg%	$\frac{6,3 \pm 0,10}{7,5 \pm 0,15}$	$\frac{6,4 \pm 0,4}{7,8 \pm 0,45}$	$\frac{6,2 \pm 0,08}{8,1 \pm 0,35}$	$\frac{6,4 \pm 0,13}{8,0 \pm 0,27}$	$\frac{6,8 \pm 0,13}{7,6 \pm 0,55}$	$\frac{6,2 \pm 0,14}{6,8 \pm 0,45}$	$\frac{6,3 \pm 0,17}{7,7 \pm 0,18}$
Phosphorus, mg%	$\frac{0,292 \pm 0,01}{0,456 \pm 0,02}$	$\frac{0,309 \pm 0,11}{0,425 \pm 0,23}$	$\frac{0,310 \pm 0,12}{0,678 \pm 0,34}$	$\frac{0,31 \pm 0,01}{0,534 \pm 0,04}$	$\frac{0,305 \pm 0,17}{0,578 \pm 0,45}$	$\frac{0,280 \pm 0,15}{0,405 \pm 0,23}$	$\frac{0,282 \pm 0,03}{0,446 \pm 0,05}$

Note: in the numerator blood counts at the beginning of the experiment, in the denominator at the end of the experiment

Conclusions.

According to the results of zootechnical evaluation of the efficiency of feed use in ruminants of the studied planned breeds, which were bred in PFG "Potochishche" gives the opportunity to judge the effectiveness of fattening bulls Bukovynian zonal type of meat komomola cattle, which much better use of nutritional recipes throughout the main period of the experiment to obtain a high increase in live weight compared to their mixtures.

References

1. Methods of conducting experiments on feed production and animal feeding / A.O. Babich, M.F. Kulik PS Makarenko and others. Kyiv .: Agrarian Science. 1998. 80 p.
2. Burkat VP Ways of further selection improvement of meat cattle / VP Burkat. Burkat, P.S. Sokhatsky // Bulletin of Agrarian Science. 2006. №1. Pp. 37- 41.
3. Dorotyuk EM, Zgryvets FI, Prudnikov VG, Pogoriliy OI / Efficiency of crossing of dairy and meat breeds of Ukrainian selection. Scientific Bulletin of LDAVM named after S.Z. Gzhytskoho. Lviv. 2000. T.2 (№2). Part 1. P.46-49.
4. Prylipko T.N. The influence of optimal diet recipes including complex drug devivit-selenium on production traits in young simmental cattle under the conditions of the carpathian region of beech. Prylipko T.N., Shulko O.P Taurian Scientific Bulletin. Series: Agricultural Sciences / SHEI "Kherson State Agrarian University". Kherson: Helvetica Publishing House, - 2020. - Issue. 113. - P.220-225. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.29>
5. Prilipko TM, Kazmiruk LV Kalinka AK, Zakharchuk PB Indicator of productivity, digestibility and metabolism of nitrogen, mineral elements in the body



of bulls for various selenium-containing additives in their diet / T.M. Prilipko, LV Kazmiruk AK Kalinka, P.B. Zakharchuk, // Zb. scientific works. Agricultural science and food technology. Vip. 2 (105). Vinnytsia - 2019. pp. 57-69.

6. Workshop on feeding farm animals / II Ibatullin, Yu.O. Panasenko, VK Kononenko and others. Kyiv .: 2003. 371 p.

7. Meat productivity and slaughter qualities of bulls of different breeds and their crossbreeds of cattle using their own developed cheap rations in the Forest-steppe zone of the Bukovina region / A. K. Kalinka., YI Golokhorinsky., LV Starling, T.O. Manchenko // Proceedings of the U11 All-Ukrainian scientific-practical conference of young scientists and specialists "Agro-industrial production of Ukraine - the state and prospects of development" (March 24, 2014). Kirovograd "CODE". 2014. S. 132-137.

8. Intensive cultivation of repair bulls of Simmental meat breed of American selection in the foothills of the Carpathians / AK Kalinka. // Livestock of Ukraine. 2003. № 11. P.19-20.

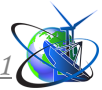
9. Growth intensity of meat Simmentals / AK Kalinka. // Livestock of Ukraine. 2009. № 9. pp. 37–39.

10. Feed: evaluation, use, livestock products, ecology: Manual. / М.Ф. Kulik, R.J. Kravtsiv, Yu.V. Obertyukh and others; For order. MF Kulika, R.Y. Kravtsiva, Yu.V. Obertyukha, VV Borshchenko. Vinnytsia: Thesis, 2007. 334 p.

11. Methodical recommendations for unification of research on feeding beef cattle / GO Bogdanov., VP Slavov., II Ibatulin and others. Kyiv. 2002. 42 p.

Анотація. У статті висвітлені питання, щодо вивчення ефективності вирощування бугайців різних порід і їх помісей для виробництва конкурентоздатної дешевої та якісної яловичини, що дасть вирішення економічних, виробничих і технічних питань продовольчої безпеки держави в умовах регіону Покуття. Вперше проведено науково-господарський дослід на різних породах бугайців жуйних за розробленою і наведеною в статті схемою. Зроблено висновки, що при вирощуванні бугайців різних порід на однакових власних кормах, раціонах годівлі та утримання, необхідно розводити симентальську м'ясну породу худобу нової генерації, яка має високі середньодобові прирости – 878 г, що на 161г (22,4%) більше за третю групу з нормально обмінно-біохімічними показниками, більше від ровесників-аналогів. За результатами проведених власних досліджень про що доведено у III і IV дослідних груп при вирощуванні на однакових раціонах сприяло на початку і вкінці досліді, вірогідному зростанню концентрації гемоглобіну, збільшенню кількості еритроцитів та лейкоцитів у від ровесників-аналогів III-дослідна група (чорно-ряба худоба) та IV – дослідна групи (червоно-ряба худоба). Звідси слід підкреслити, що гемоглобін у бугайців II та III- дослідних груп становив 12,3 – 13,3 %, у I та IV-дослідній був понижений на 0,9%, при нормі 90-100 г/л.

Ключові слова: порода, бугайці, раціон, годівля, приріст, жива маса, вирощування, еритроцити.



UDC 004.2

**SURFACE VIBRATION RECORDER BASED ON ARDUINO HARDWARE
AND SOFTWARE****ПОВЕРХНЕВИЙ ВІБРАЦІЙНИЙ РЕЄСТРАТОР НА ОСНОВІ АПАРАТНОГО ТА
ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ARDUINO****Fedorova N.V. / Федорова Н.В.***d.t.s. / д.т.н. доцент, професор кафедри автоматизації
проектирования энергетических процессов и систем*

ORCID: 0000-0002-4548-4198

Redko D.V. / Редько Д.В.*undergraduate/ магістрант**National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv
Polytechnic Institute", Kyiv, Prosp. Peremohy 37, 03056**Національний технічний університет України "Київський політехнічний
інститут ім. Ігоря Сікорського", Київ, пр-т Перемоги, 37*

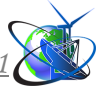
Аннотація. Наукове дослідження на тему реєстрація вібрацій на поверхні за допомогою апаратно обчислювальної платформа для аматорського конструювання Ардуіно розкриває сучасні способи створення фізичного продукту для роботи з різними видами коливань на поверхні. Система налічує багато сенсорів сумісних з платформою, та компонентів які можна легко адаптувати для роботи, завдяки платі мікроконтролера з елементами вводу/виводу та середовищу розробки Processing/Wiring для Ардуіно. В роботі було поставлено таку задачу, як проведення трьох дослідів з трьома різними сенсорами у різних умовах, та дослідити здатність Ардуіно до адаптації під різні задачі та оточення, а також визначити можливості кожного з сенсорів. При проведенні дослідження було виконано три тести для збору даних про роботу сенсорів, які знаходилися у однакових умовах. Метою проведеної роботи є виявлення ідеальних умов та визначення технічних здібностей кожного з сенсорів, для цього умови у кожному тесті були різні, також доведення доцільності використання системи Ардуіно для створення прототипів. Результатами проведеного дослідження встановлено, що універсального датчика для вимірювання коливань на поверхні не існує, а кожен з представлених сенсорів підійде для окремих амплітудних діапазонів та специфічних цілей. З проведеного дослідження випливає висновок, що при створенні продукту, який має здібність, або необхідність до виміру коливань на поверхні, необхідно розуміти з якими саме коливаннями буде працювати пристрій, і саме це грає ключову роль у виборі правильного сенсора для системи Ардуіно.

Ключові слова: Ардуіно, коливання, сенсор вібрацій.

1. Вступ

Коливальні процеси характерні для великої кількості природних та штучних процесів, які оточують сучасну людину. Саме робота з коливаннями, їх відтворення та вимірювання, дозволило людям так пришвидшити прогрес. У цій статті було розглянуто способи та різноманітні датчики для вимірювання коливань, різної сили, на поверхні.

Вимірювання коливань на поверхні має багато сфер застосування, починаючи з передбачення природних катастроф, закінчуючи перетворенням будь-якої поверхні на контактний інтерфейс для користувача. Система Arduino, полегшує розробку прототипів та мінімального робочого продукту для представлення інвесторам. Створену на основі Arduino плату можливо за короткий термін перетворити на самостійний пристрій, тому що Arduino має



відкритий код і схему, що дозволяє прибрати усе зайве, залишивши необхідне для правильної роботи прототипу. Сучасні підходи до розробки інформаційних технологій вимагають використання концептуального моделювання та спеціальних інструментальних засобів на етапі будування прототипу, щоб максимально зменшити витрати та пришвидшити створення мінімально дійочого продукту, який зможе довести можливість створення та використання продукту. Апаратна обчислювальна платформа Arduino для аматорського конструювання, допомагає інженерам у створенні прототипів.

2. Опис сенсорів які беруть участь у дослідженні

2.1. SW-520D – Датчик вібрації і нахилу

Датчик Sw-520D являє собою компактний датчик для ідентифікації нахилу, також може застосовуватися для вимірювання коливань на поверхні до якої прилягає пристрій. Конструкція складається з двох кульок поміщених у циліндр, які контактують з двома контактами пристрою якщо датчик перевищує певний кут, і навпаки [1]. Тільки коли датчик нахилу знаходиться у вертикальному положенні, металеві кульки всередині датчика нахилу з'єднують два контакти, завершуючи ланцюг. Коли датчик нахиляється за межі діапазону чутливості, контакти віддаляються, і таким чином розмикається ланцюг., при зміні кута чи при ударі кульки змінюють положення у циліндрі, що спричинює розмикання ланцюга, на основі якого і робиться висновок про коливання. Через простоту конструкції датчика, точність його не дуже велика, цифровий комунікаційний вихід, не дає змогу отримувати данні про силу коливань а лише про їх наявність, що унеможливорює використання датчика для складних вимірювань, проте затримка у 2 мілісекунди дозволяє використовувати його у системах, де швидкість оклику критично важлива.

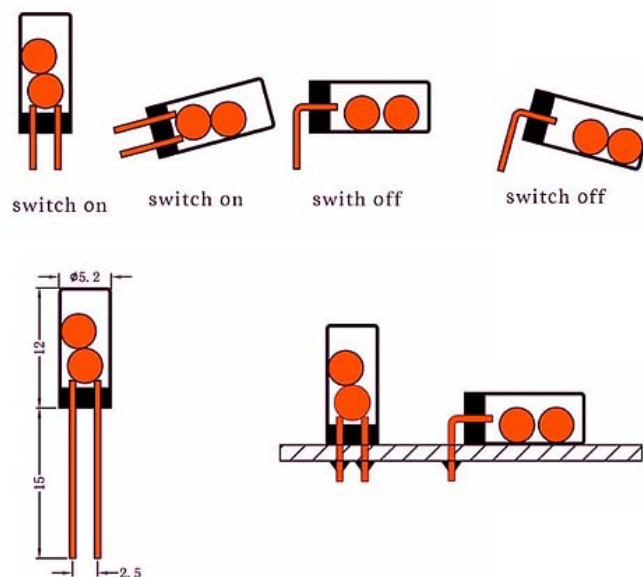


Рисунок 1 - Схема датчика SW-520D.

2.2. MPU-6050 – Акселерометр і гіроскоп

Датчик MPU-6050 (GY-521) модуль 3-х осьового акселерометра і 3-х осьового гіроскопа, а також температури. Гіроскоп вимірює швидкість



обертання або швидкість зміни кутового положення у часі по осях X, Y та Z [2]. Акселерометр надає можливість вимірювати гравітаційне прискорення по трьох осях, і використовуючи деяку тригонометрію, можна обчислити кут, під яким розташований датчик [3]. Отже, якщо поєднати дані акселерометра та гіроскопа, можливо отримати дуже точну інформацію про орієнтацію датчика в просторі. Датчик має можливість налаштування діапазону гіроскопу від $\pm 250^\circ/\text{с}$ до $\pm 2000^\circ/\text{с}$ та акселерометру від $\pm 2g$ до $\pm 16g$, також передбачено багато інших налаштувань та вбудованих функцій, точність датчика гіроскопу здебільшого залежить від процесу початкового калібрування [2].

Завдяки цій компактній платі можна вимірювати коливання різної величини, від пересування пристрою до легких ударів по поверхні на якій знаходиться датчик. Аналоговий комунікаційний вихід дозволяє отримувати данні, про силу та напрямок коливань, у реальному часі, що вигідно відрізняє цей датчик від розглянутого у 2.1 датчика SW-520D. Для точного вимірювання куту нахилу використовують базову тригонометрію та дискретне інтегрування кутової швидкості, для отримання більш точного куту нахилу, оскільки Arduino відкрите середовище, більшість необхідних формул уже описане у бібліотеках створених користувачами. Точне вимірювання коливань у меншій мірі потребує даних з гіроскопа і у більшій з акселерометра [4], але обчислення куту нахилу корисне для визначення у якій площині відбуваються коливання.

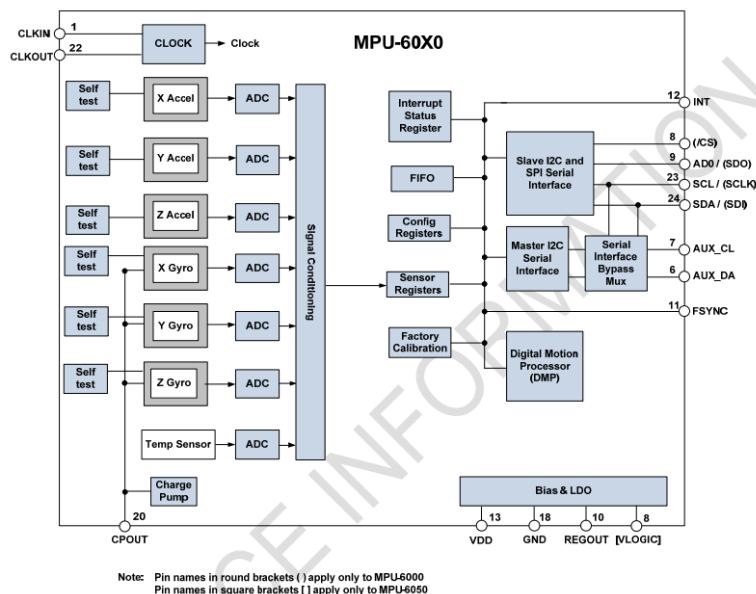
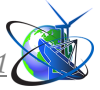


Рисунок 2 - Опис пінів для датчика MPU-60X0

2.3. Звукознімач п'єзоелектричний

П'єзоелектричні перетворювачі – пристрої, що використовують п'єзоелектричний ефект у кристалах, кераміці або плівках і перетворюють електричну енергію на механічну і навпаки.

Використовуючи кристалічну плівку, яку можна помістити на бажану поверхню, можна вимірювати коливання які впливають на п'єзоелемент. Такий датчик використовують у музичних інструментах, щоб перетворювати коливання струн в електричний сигнал, який може бути надалі посилений або



записаний. Із сфери використання можна судити про точність такого датчика, тому п'єзоелектричний звукознімач підійде, для проектів де точність та відсутність шумів надважлива. Існує велика кількість п'єзоелемент різних конфігурацій, штучних та природних, які мають різні властивості, тому є можливість підібрати необхідний для конкретної задачі [5].

3. Опис досліджень

Для наглядного порівняння усіх трьох датчиків SW-520D, MPU-6050 та п'єзоелектричного звукознімача було створено схему на базу Ардуіно, щоб усі 3 датчики зчитували інформацію одночасно, було проведено декілька вимірювань з різною силою, амплітудою та інтенсивністю коливань. На основі отриманих даних, було створено порівняльні графіки на яких можна побачити як під час експерименту ведуть себе різні пристрої. Окремий дослід був проведений у стані відносного спокою, для виміру шуму.

Схема зібрана на основі Arduino Uno [6] мікроконтролера на базі ATmega328P [7]. Він має 14 цифрових контактів входу/виходу (з яких 6 можна використовувати як ШІМ виходи), 6 аналогових входів, керамічний резонатор 16 МГц (CSTCE16M0V53-R0), USB-з'єднання, роз'єм живлення, роз'єм ICSP. Схема відносно проста, складається з самої плати Arduino Uno, датчика SW-520D, резистора на 10 кОм, датчика MPU-6050 та п'єзоелектричного датчика Avzhezh P-007, який було розроблено для музичних інструментів. Усі датчики окрім п'єзоелектричного надсилають сигнал до Ардуіно, а п'єзоелектричний звукознімач напряму до комп'ютера як мікрофон.

Оскільки датчики працюють у різному діапазоні, результати необхідно опрацювати для наглядності порівняння, таким чином результат від цифрового датчика SW-520d тепер показує 100 при виявленні коливань, а данні з MPU-6050 поділені на 20000 та помножені на 100.

3.1. Опис схеми

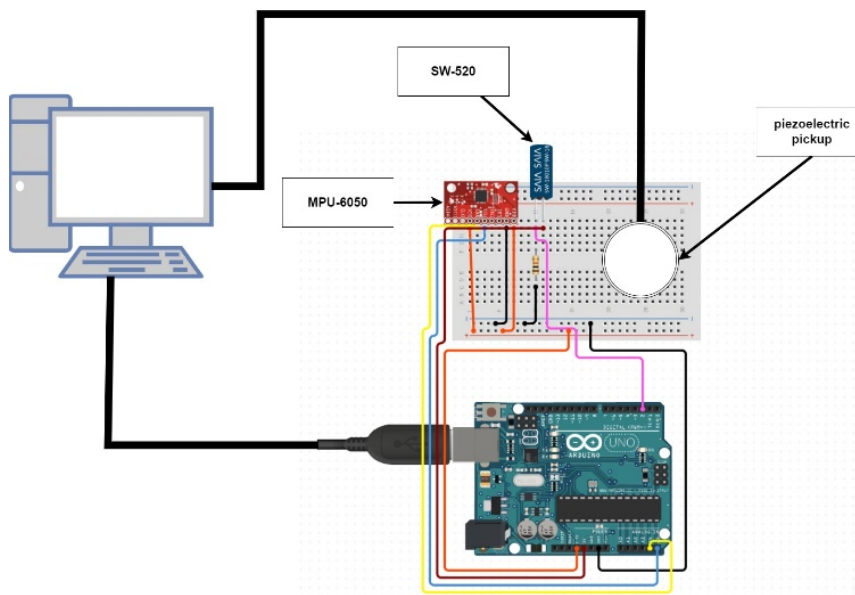


Рисунок 3 - Схема приладу

Датчик Sw-520D підключений до третього цифрового виходу, коли кульки у середині сенсора замикають ланцюг цифровий вихід номер три, на платі,



починає отримувати одиниці, тобто напругу у розмірі 3,3 вата. Сенсор MPU-6050 має більш складний інтерфейс підключення, вихід VCC підключений до плюса, GND до землі, виходи SCL та SOA підключаємо до аналогових виходів A5, A4 відповідно. Виходи A4 та A5 обумовлені бібліотекою MPU6050.h, яку було використано при написанні коду [9]. П'єзоелектричний звукознімач підключений до комп'ютера напряму через Jack (1/4") - Mini-Jack 1/8" (3.5 мм) перехідник. Уся схема працює від джерела енергії 3,3 вата, та розташована на макетній платі [7].

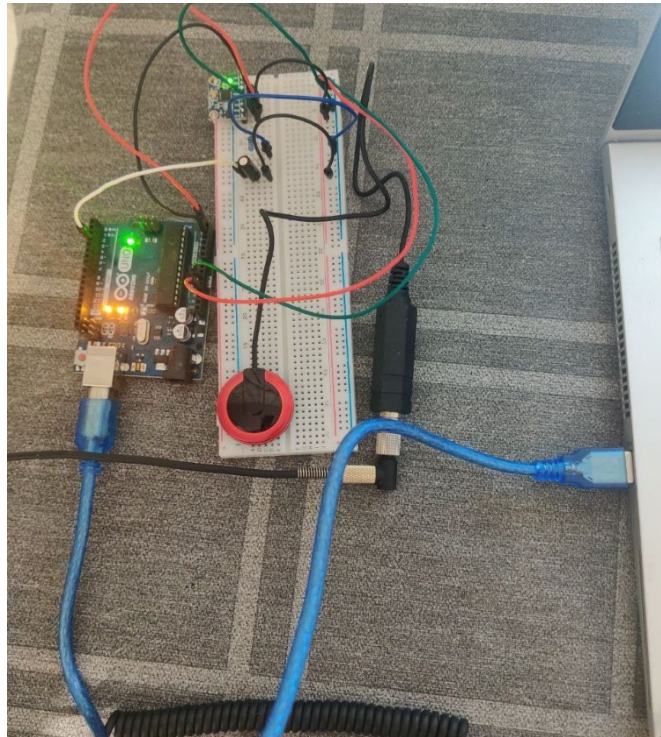


Рисунок 4 - Вигляд пристрою

3.2. Опис результатів дослідження #1

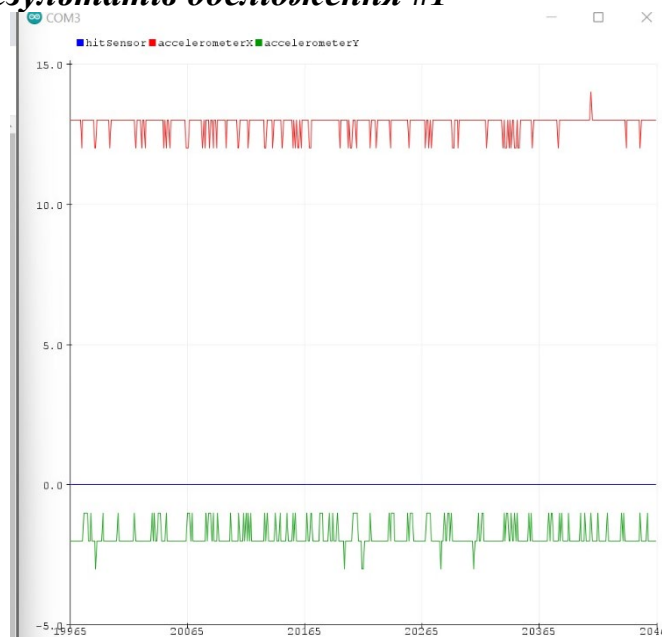


Рисунок 4 - Результати з датчиків SW-520d та MPU-6050 для першого тесту



Перше дослідження було проведено у стані відносного спокою, на пристрій, та на поверхню на якій він знаходиться не впливали механічно, тому результати можна розцінювати як побічний шум, який виникає при роботі різних датчиків.



Рисунок 5 - Результати з п'єзоелектричного датчика для першого тесту

У результаті, на графіку, видно, що найбільша амплітуда коливань спостерігається у акселерометра для датчика MPU-6050, амплітуда коливань по осі X та Y дорівнює 5 умовним позначкам. Показник датчика SW-520D, синій лінія на графіку, незмінний протягом усього тесту, а п'єзоелектричний датчик реєструє малі коливання, мабуть від роботи куллера ноутбуку [8].

3.3. Опис результатів дослідження #2

У другому досліді поверхня на якій знаходиться пристрій, у даному випадку це стіл, було під механічним впливом, приблизно на відстані 10 сантиметрів до макетної плати, на якій знаходяться усі датчики. Ритмічні удари відбувалися раз у секунду під час усього експерименту. На графіках зображено однаковий період часу для усіх датчиків.



Рисунок 6 - Результати з датчиків SW-520d та MPU-6050 для другого тесту



Рисунок 7 - Результати з п'єзоелектричного датчика для другого тесту

Як можемо побачити на графіках сили удару по поверхні не достатньо для роботи сенсора SW-520D, синя лінія на фігурі шість незмінна, навіть при третьому ударі, якій відносно сильніший ніж інші п'ять. Датчик MPU-6050, точно зареєстрував усі шість ударів по поверхні і заміряв їхню силу, амплітуда коливань сягала двадцяти п'яти одиницям. Комбінація показників акселерометра по осі X та Y, може збільшити загальну точність пристрою, якщо коливання відбуваються не у одному напрямку, чи сам пристрій знаходиться під нахилом. П'єзоелектричний датчик не зміг зареєструвати усі шість ударів, а тільки три найпотужніші, які не дуже чітко видно на графіку. Показники п'єзоелектричного датчика збільшили шуми, що може вказувати на його здатність реєструвати не тільки сильні удари, а й затухаючі коливання, які виникають після.

3.4. Опис результатів дослідження #3

У третьому досліді легкі удари приходилися уже по самому пристрою, а саме по вільному простір на макетній платі між усіма датчиками. Так само, як і у другому тесті, ритмічні удари відбувалися раз у секунду під час усього експерименту. На графіках зображено однаковий період часу для усіх датчиків.

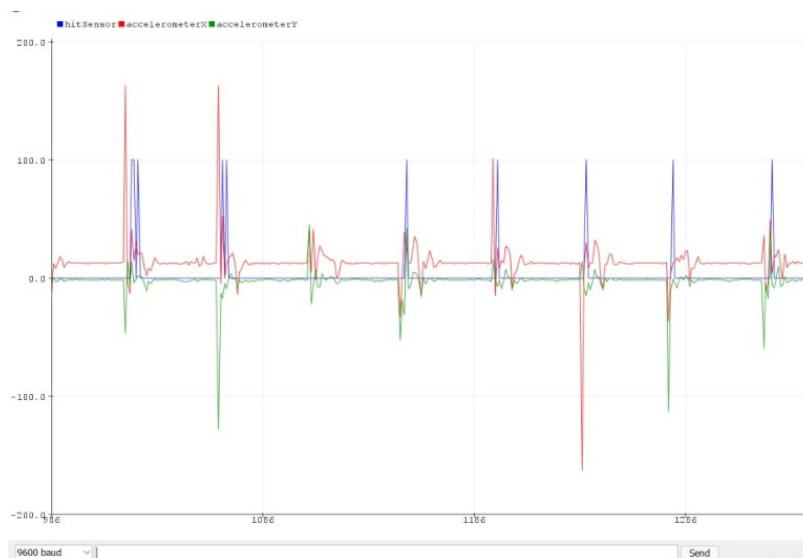


Рисунок 8 - Результати з датчиків SW-520d та MPU-6050 для третього тесту

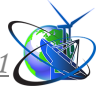


Рисунок 9 - Результати з датчиків SW-520d та MPU-6050 для третього тесту

Під час третього тесту датчик SW-520D почав реєструвати коливання, синя лінія на графіку, це очікувано, тому що такий датчик позначено як сенсор удару, тому такий результат вважаю задовільним, хоч він і не показав один із максимумів, які зареєстрували інші сенсори.

Акселерометр датчика MPU-6050, у порівнянні з другим тестом тільки збільшив амплітуду, тому що сила удару збільшилися, так само точно зареєстрував усі вісім ударів по поверхні, та відобразив їх на графіку з показником сили для кожного.

П'єзоелектричний датчик показав себе найкраще, у третьому досліді, на графіку можна побачити вісім максимумів, та те як матеріал пристрою коливається після ударів.

Висновки

У результаті дослідження було проведено три тести з трьома різними сенсорами, які використовуються у різних сферах, але мають спільну здібність до реєстрації коливань на поверхні, під час дослідження особлива увага приділялася точності сенсорів у різних умовах, таким чином можна зробити висновки окремо для кожного датчика.

Сенсор SW-520D, має найменшою чутливістю серед представлених, його застосовують, як датчик нахилу або удару, тому лише при прямих ударах по поверхні пристрою він їх реєструє, такий сенсор може бути корисним для автомобілів, або у сферах де відбуваються високоамплітудні коливання, а бо удари і не важлива сила удару, тільки його наявність.

MPU-6050 показав себе найкраще серед представлених, акселерометр, хоч і показує найбільший рівень шумів, але зміг точно розпізнати усі удари як по корпусу пристрою, так і по поверхні на який він знаходиться. Через наявність гіроскопу, акселерометра та термометра, кількість сфер та проектів де така плата буде корисна, дуже велика.

П'єзоелектричний датчик найчутливіший з представлених, його графік надає найбільше інформації про коливання, але його робота залежить від



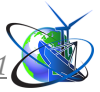
підсилювачів, як і будь якого пристрою який працює зі звуком. Пристрій Avzhezh P-007 являє собою мікрофон для корпусу гітар і повинен використовуватися у комбінації з підсилювачем, але данні, які можна отримати від такого датчика найбільш точно показують малоамплітудні коливання такі як звук.

У висновку хочу додати, що кожен з сенсорів потрібно підбирати виходячи з задачі, а універсального датчика не існує.

Література:

- [1] SW-520D Documentation [Електронний ресурс] – <https://www.tme.com/Document/f1e6cedd8cb7feeb250b353b6213ec6c/SW-520D.pdf>.
- [2] MPU-6050 Datasheet [Електронний ресурс] – <https://invensense.tdk.com/wp-content/uploads/2015/02/MPU-6000-Datasheet1.pdf>
- [3] Padma Nyoman Crisnapati, Putu Desiana Wulaning, I Nyoman Rudy Hendrawan, Anak Agung Ketut Bagus Bandanagara, “Earthquake Damage Intensity Scaling System based on Raspberry Pi and Arduino Uno,” The 6th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM 2018), Inna Parapat Hotel – Medan, August 7-9, 2018
- [4] N. K. Wargantiwar, A. S. Barbade, A. P. Shingade, A. N. Shire, “Wireless Earthquake Alarm Design based on MEMS Accelerometer,” International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology, vol. 4, Special Issue 3, pp. 128-132, January 2017
- [5] П'єзоелектричний звукознімач [Електронний ресурс] - [https://uk.wikipedia.org/wiki/Електромагнітний звукознімач](https://uk.wikipedia.org/wiki/Електромагнітний_звукознімач).
- [6] Picking the Right Arduino [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://medium.com/@baldengineer/picking-the-right-arduino-341a0a9550c7>
- [7] Arduino ATmega328P Datasheets Documentation [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://content.arduino.cc/assets/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf
- [8] Richard J. Smythe “Arduino Measurements in Science, Advanced Techniques and Data Projects“.

Abstract. Research on the registration of vibrations on the surface using a computer hardware platform for amateur design Arduino reveals modern ways to create a physical product to work with different types of surface oscillations. The system has many sensors compatible with the platform, and components that can be individually adapted to work, the microcontroller board with I/O elements and the Processing/Wiring development environment for Arduino. The task was to conduct three experiments with three different sensors in different conditions, and to investigate the ability of Arduino to adapt to different tasks and environments. During the study, three tests were performed to collect data on the operation of sensors that were in the same conditions. The purpose of this work is to identify ideal conditions and determine the technical capabilities of each of the sensors, for which the conditions in each test were different, as well as proving the feasibility of using the Arduino system to create prototypes. The results of the study show that there is no universal sensor for measuring surface vibrations, and each of the presented sensors is suitable for individual amplitude ranges and specific purposes. The study concludes that when creating a



product that has the ability or need to measure oscillations on the surface, it is necessary to understand what oscillations the device will work with, and this plays a key role in choosing the right sensor for the Arduino system..

Key words: *Arduino, fluctuation, vibration sensor.*

Стаття відправлена: 19.04.2022 г.

© Федорова Н.В., Редько Д.В.



OVERVIEW OF LEARNING ANALYTICS DASHBOARDS AND ELEMENTS OF GAMIFICATION IN INTELLIGENT SYSTEMS FOR SELF-REGULATED LEARNING

ОГЛЯД АНАЛІТИЧНИХ ПАНЕЛЕЙ НАВЧАННЯ ТА ЕЛЕМЕНТІВ ІГРОВІЗАЦІЇ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ САМОРЕГУЛЬОВАНОГО НАВЧАННЯ

Demchyshyn A.M. / Демчишин А.М.

бакалавр

Halushko A.V. / Галушко А.В.

бакалавр

Tytenko S.V. / Титенко С.В.

s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-7548-9053

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",

Kyiv, Peremohy Avenue 37, 03056

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут

імені Ігоря Сікорського", Київ, проспект Перемоги, 37, 03056

Анотація: У цій статті представлено огляд досліджень інформаційних панелей аналітики навчання, саморегульованого навчання та гейміфікації які повідомляють про емпіричні результати для оцінки впливу на навчання та викладання. Також у цій роботі ми проводимо аналіз та представляємо необхідні кроки, а також заплановані дії для подальшого впровадження їх в освітній портал, з метою максимального підвищення показників та результатів навчання. Представлено спосіб для отримання змодельованих даних залежно від цінності інтересів та результатів які демонструє сам учень. У цій статті аналізуються способи застосування саморегульованого навчання, гейміфікації на основі результатів дослідження та на основі огляду літератури.

Ключові слова: саморегульоване навчання, гейміфікація в електронному навчанні, аналітика навчання, інформаційні панелі аналітика навчання.

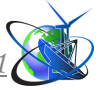
Вступ

Навчальний процес в останні роки все більше асоціюється з електронними джерелами. Це призводить до значного зростання досліджень та пошуку стратегій електронного навчання. Основна мета статті – зробити системні порівняння та на їх основі визначити найбільш сприятливе середовище для отримання максимального результату від навчання користувачів освітньої платформи для подальшого практичного використання в освітніх онлайн-платформах.

Основна частина

Особливості саморегульованого навчання. З боку метакогнітивних процесів, саморегульовані учні організовують, планують, самооцінюють і самоінструкують на кожному етапі процесу засвоєння. З точки зору мотивації, саморегульовані учні сприймають себе як самоефективних, автономних і внутрішньо мотивованих. З точки зору поведінки, саморегульовані учні вибирають, структурують і навіть створюють соціальне та фізичне середовище, яке оптимізує засвоєння знань. Таким чином, учні усвідомлюють ефективні функціональні зв'язки між їхніми моделями мислення та діями, що часто називаються стратегіями.

Теорії саморегульованого навчання академічних досягнень відрізняються



від інших звітів про навчання тим, що вони акцентують увагу (а) на тому, як учні вибирають, організовують або створюють для себе вигідні умови навчання та (б) на тому, як вони планують і контролюють форму та обсяг власної інструкції [1].

Без сумніву, кожен учень намагається розкритися під час навчального процесу; проте студенти, які проявляють ініціативу, внутрішню мотивацію та особисту відповідальність, досягають особливого успіху в навчанні. Ці студенти відрізняються систематичним використанням саморегульованих стратегій, чуйністю до зворотного зв'язку щодо ефективності їх навчання, самосприйняттям власних академічних досягнень.

Стратегії саморегульованого навчання. Значний крок був зроблений у дослідженні загальних стратегій для саморегульованого навчання, які учні використовують для покращення своїх навчальних досягнень. На відміну від лабораторних досліджень, які на сьогоднішній день склали багато досліджень щодо саморегульованого навчання, Циммерман і Мартінес Понс поклалися на інтерв'ю зі старшокласниками про програми, які вони використовуються для самооцінки в навчальних процесах. Було знайдено підтвердження, що використані студентами 14 типів саморегульованих стратегій навчання, дуже схожі на ті, які вивчалися під час лабораторних досліджень [2].

Вони виявили, що використання учнями цих стратегій має зв'язок з підвищенням показників результатів та з оцінкою вчителями рівня їхньої саморегуляції на уроці. Наприклад, звіти учнів про використання цих саморегульованих стратегій навчання склали 93% варіації їхнього рівня досягнень у школі, а 13 з 14 стратегій суттєво відрізняли учнів різних рівнів досягнень [2].

Дослідження показують, як стратегії саморегульованого навчання виявляють кращі результати у студентів, ніж звичайні стратегії [3]. Таким чином, рухаючись далі у сторону покращення показників потрібно максимально заповнювати попередні прогалини та покращувати недоліки. До таких можна віднести недостатній моніторинг, а також швидку втомлюваність від процесу отримання інформації, і можливу незацікавленість процесом. Ці проблеми вирішує одне із застосувань саморегульованого навчання — гейміфікація. Легкий та ненав'язливий, у вигляді гри, виклад інформації, моніторинг результату та прогресу, а також постійне підкріплення зацікавленості у процесі — це лише кілька позитивних сторін додання гейміфікації в освіту.

Визначення гейміфікації. Використання елементів комп'ютерних ігор (гейміфікація) може значущим способом підвищити результати студентів та покращити освітню ефективність онлайн-курсів. Автори цього [4] дослідження приходять до висновку, що педагогічний дизайн, заснований на гейміфікації, робить більший акцент на мотивації студентів у процесі навчання і робить онлайн-курс більш цікавим, а також підвищує готовність студентів до навчання та їхню взаємодію з курсом.

Найпоширеніше визначення гейміфікації — використання ігрової механіки



в неігрових системах. Але, окрім механіки, вона включає також динаміку, естетику та ігрове мислення. Основна мета гейміфікації — підвищити мотивацію, досвід та зацікавленість користувачів. Оскільки навчання вимагає високої мотивації, цікаві елементи дизайну гейміфікації для впровадження в системи електронного навчання. Використовуючи гейміфікацію в системі електронного навчання, важливо враховувати різні типи учнів та їхні навчальні звички.

Ігрові елементи. Щоб зрозуміти гейміфікацію та поєднати ігри з навчанням, необхідно зрозуміти основні поняття ігор. Є чотири однаково важливі ігрові елементи:

1. механіка – описує поведінку та механізми контролю, а також визначає дії, які гравець повинен зробити для досягнення певної мети;
2. історія – цілі, перешкоди та виклики, з якими зіткнеться гравець під час гри;
3. естетика – дизайн, наочність і зручність використання інтерфейсу користувача;
4. динаміка – поведінка механіки під час виконання, залежно від дій та вхідних даних гравця.

Десять найбільш використовуваних ігрових елементів: аватари, 3D-середовище, контекст розповіді, зворотний зв'язок, таблиці лідерів, рейтинги та рівні, економіка, змагання, командна гра, обмеження часу та системи спілкування в реальному часі [5].

Недоліки впровадження гейміфікації. Вчителі протягом багатьох років помічали, що студенти мають різні моделі навчання, і ідея, що студенти мають різні стилі навчання, давня, і це, ймовірно, обговорювалося в Стародавній Греції. Моделі навчання також відрізняються в різних середовищах із відмінностями між групами дистанційної освіти та навчанням та навчанням вічна-віч. Безумовно, існує потреба в нових техніках електронного навчання для вирішення проблем нудьги та самотності на онлайн-платформах. Таким чином, гейміфікація здається перспективною концепцією електронного навчання, що варта подальшого вивчення.

Усе вищезгадане не залишає сумнівів щодо ефективності гейміфікації на основі саморегулятивного навчання. Таким чином, отримавши достатню кількість інформації про їхні недоліки та переваги, даний огляд продовжує рухатись в сторону питання: яким чином реалізувати ці технології в освітній процес?

Перспектива розвитку та використання аналітики навчання. Найперспективнішими сферами в освітніх технологіях вважають аналітику навчання та аналітику студентських даних. Завдяки Cloud Technologies від Google, IBM, Amazon та Microsoft, аналітика навчання може дати змогу ефективно приймати рішення на рівні навчального закладу, регіону чи всього світу. Аналітика навчання може сприяти [6]:

- побудові освітніх напрямів для студентів та учнів;
- використанню даних про діяльність студентів для підтримки їх під час онлайн-навчання;



- аналізу даних з екзаменів, для майбутнього вибору місця навчання.

У всьому світі дослідники аналізують обсяги даних, отримані від міжнародних іспитів. Наприклад, освітня спільнота стежить за дослідженнями, які вивчають вплив на успіх учнів сімейного походження, соціальних, економічних та культурних факторів.

Методологія аналізу даних. Першим кроком до покращення процесу навчання є запровадження модуля відстеження для відстеження поведінки та діяльності користувачів, а також використаних віджетів. Наступним кроком є навчання на отриманих даних. На цьому кроці гарною ідеєю буде використання семантичного моделювання даних з модуля відстеження, щоб отримати потрібну інформацію. Семантично змодельована інформація буде візуалізована віджетом для аналітики на панелі інструментів. Наша мета – показати найбільш доречну інформацію, а також приховану інформацію, наприклад інтереси користувачів або щось подібне [7].

Методологія полягає в наступному. Ми маємо так званий конвеєр візуалізації для збору та підготовки даних для вилучення та візуалізації. Його можна побачити на рисунку 1. Ці дані обробляються за допомогою модуля відстеження у формат JSON шляхом поділу інформації на окремі блоки. Далі у конвеєрі візуалізації виконується перетворення. На цьому етапі виробляються екземпляри даних, які динамічно обробляються для створення адаптивних візуалізацій. І останній крок – візуалізація кінцевих даних [7].



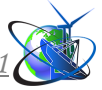
Рис 1: Реалізація конвеєра візуалізації [7]

Представлений підхід дозволяє нам відстежувати тенденції активності учнів за певні періоди часу. Огляд на поширення використання віджетів може відображати загальний інтерес користувачів протягом різних періодів часу або на основі дій, які користувачі виконують. Такі результати сприяють покращенню якості послуг для студентів та викладачів.

Переваги приведенного методу аналізу даних. Запропонована програма дозволить аналітикам, дослідникам та викладачам з різних установ отримати максимальну користь, зокрема:

- отримати дані про оцінку семантичних та контекстуальних оцінок;
- отримати розрахунки успішності студентів;
- отримати розрахунки щодо контекстуальних характеристик навчального середовища, такі як стать студентів, місце розташування навчального закладу, соціальне та економічне походження студента тощо.

В результаті, опитування дозволяють дослідникам оцінити різні фактори, що визначають сучасний стан навчальних закладів та їх вплив на успішність студентів. Це, у свою чергу, дозволяє проаналізувати ефективність системи



освіти.

Аналіз зовнішніх факторів на успішність учня. Індекси. Слід зауважити, що структура програми узгоджується зі структурою дослідження. Структура дослідження складається з двох основних частин: результати предметної компетенції учня та значення різноманітних індексів, які демонструють контекстуальні характеристики студента, освітнє середовище, мотивацію та інші фактори, які можуть вплинути на успішність.

Запитання студентського опитування відображають основні цілі та завдання дослідження. Ці запитання висвітлюють ключові фактори, необхідні для аналізу того, що впливає на успіх учнів. Опитування також дозволяє зібрати дані про такі важливі для репрезентативної аналітики фактори, як стать, місцезнаходження навчальних закладів, освітні програми та соціально-економічний статус студентів.

Ключові показники дозволяють порівняти результати як для однієї, так і для різних категорій студентів. Також це дозволяє нам порівнювати результати для студентів на основі їхньої статі, регіону чи соціального та економічного статусу.

Слід також зазначити про так звані індекси. Вони служать самодостатніми результатами дослідження, які можна проаналізувати для порівняння студентів за заданими параметрами, а також як значення факторів, що впливають на успішність студента та низку інших показників. Наприклад, індекс соціального, економічного та культурного статусу учнів показує не лише матеріальне становище сім'ї, а й соціальні та культурні аспекти життя, зокрема освіту батьків, наявність книг, освітнього програмного забезпечення, тощо [8].

Значення основних показників, критеріїв і характеристик можна розділити на кілька категорій:

1. добробут, амбіції студентів, очікування та ставлення до освіти;
2. ресурси, вкладені в освіту;
3. середовище навчання [8].

Кожна категорія має набір індексів і критеріїв, які були отримані від опитаних студентів та їх викладачів. Розраховані за допомогою складних математичних моделей, ці індекси дозволяють порівнювати значення окремих категорій студентів.

Отже, застосування аналітики навчання – це ефективний інструмент для вдосконалення системи освіти. Використання результатів аналітики навчання може бути складним. Ці проблеми пов'язані з управлінням інструментами аналізу даних, у вирішенні яких нам можуть допомогти аналітичні панелі навчання. Ми можемо створити зручний інструмент для широкого кола людей, які працюють у сегменті освіти, що дозволяє оцінювати аналітичні дані на основі результатів навчання у найбільш зручному для користувача форматі. Крім того, це допоможе покращити рівень навчання.

Аналітичні панелі навчання. За останні кілька років роль технологій значно зросла в різних освітніх установах. Зростання використання технологій сприяло розвитку здатності до збору даних про різні аспекти навчального досвіду. Це робиться завдяки колекції так званих цифрових слідів, які учні



залишають, коли вони взаємодіють з технологією. Ці цифрові сліди можна використовувати для інформування та оптимізації прийняття рішень широким колом зацікавлених сторін, таким як учні, викладачі та адміністратори.

Щоб використати потенціал цифрових слідів, область аналітики навчання зосереджується на зборі, аналізі та звітуванні даних про учнів і напрямки, в яких відбувається навчання [9]. Аналітика навчання використовує методи для аналізу даних та звітування про результати різними візуальними та текстовими підходами. У рамках аналітики навчання інформаційним панелям приділено велику увагу як інструментам, які можуть сприяти покращенню якості навчання.

Аналіз проблем аналітичних панелей навчання. Аналіз АПН проводився на основі моделі саморегульованого навчання Вінна і Хедвіна [10]. Результати показують, що багато АПН:

- рідко ґрунтуються на теорії навчання;
- не надають необхідної інформації про ефективні методи навчання;
- мають значні обмеження у своїй оцінці.

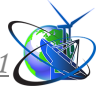
У АПН використовуються дуже різні типи інформації як зворотний зв'язок, тобто дані які використовуються для представлення даних та результатів. Проте багато таких типів інформації є неінформативними або ж їх використання часто є недоречним. Статистика показала, що так звані індивідуальні опорні кадри були найбільш поширеними в існуючих АПН, а також що використання стовпців діаграми є найбільш актуальним, оскільки дає чітку та зрозумілу інформацію. Проте оцінити позитивність використання АПН важко через обмеженість використання експериментальних конструкцій і методів.

Індикатори. Гарною ідеєю для покращення інформаційності є використання індикаторів. Індикатор представляє стан або рівень дій та успішності учня. Панель інструментів надаватиме користувачам зворотний зв'язок за допомогою вибраних індикаторів. Можна використовувати різні джерела та підходи для підбору індикаторів. Індикатори можуть підбиратися як під групу студентів так і індивідуально для кожного студента.

Варто зазначити, що вибір типів індикаторів та інформації для збору має серйозні наслідки для повноти та корисності даних. Опитування потенційних користувачів, таких як викладачі та студенти, щодо їхніх реальних проблем може допомогти краще зрозуміти потреби та є ключем до збільшення інформаційності панелі для підвищення ефективності навчання.

Теоретичне підґрунтя. Багато АПН не мають міцного теоретичного підґрунтя. Таким чином, при розробці АПН варто звернути увагу на теорію або пов'язану з нею модель навчання, а також розглянути як правильно розробляти дизайн АПН. Незважаючи на важливість теорії освіти, більшість АПН не ґрунтуються на освітніх теоріях. АПН, що побудовані на міцній теорії, надають учням різну інформацію, таку як знання, уподобання та навички, які раніше були недоступні учню. [11]

Психологічна частина. Дуже важливо при розробці АПН звернути увагу психологічну частину, адже некоректне надання інформації може просто демотивувати учня, що буде сприяти погіршенню навчання.



Для виявлення емоцій учнів було розроблено дві інформаційні панелі з припущенням, що емоції впливають на навчання. Модель ТЕА була заснована на роботах Pekrun, Goetz, Frenzel, Barchfeld і Perry [12] та Arroyo et al. [13]. Модель ТЕА визначає шість позитивних емоцій і шість негативних емоцій, які впливають на навчання. Інше дослідження, яке підкреслювало відстеження емоцій, було проведено Ez-zaouia & Lavou. [14]. Вони заявили, що дві найбільш часто використовувані теоретичні точки зору для розгляду емоцій – це дискретна і вимірна. Для захоплення дискретних і розмірних емоцій був використаний процес автоматичного розпізнавання емоцій (AER), заснований на виразі обличчя та розпізнавання голосу. Дані підходи аналізу емоцій допоможуть зрозуміти, яка інформація сприяє покращенню навчання, а яка навпаки, демотивує учнів, а також як правильніше надавати ту чи іншу інформацію, що дозволить удосконалити існуючі та майбутні АПН.

Для створення хорошої АПН потрібно дати відповіді на 3 питання [15]:

- хто є аудиторією для інформаційних панелей?
- яке призначення інформаційної панелі?
- де буде доступ до вашої інформаційної панелі?

Тобто основними особливостями хорошої АПН є визначення цільової аудиторії, визначення даних, що необхідні і корисні для аналізу, доречна та зрозуміла візуалізація, правильний аналіз зібраних і візуалізованих даних [15].

Висновки

Здійснений аналіз показує, що розширення стратегій саморегульованого навчання за допомогою додаткових інструментів сприяє зростанню зацікавленості студентів у навчальному матеріалі, підвищує мотивацію та прогрес у навчанні.

Пропонується застосовувати у якості допоміжних елементів при саморегульованому навчанні збір аналітики, представлення цієї аналітики у вигляді аналітичних панелей та елементи ігровізації. Впровадження ігровізації дозволяє зробити навчання цікавішим та не таким монотонним, і є основним джерелом покращення мотивації.

Аналітика дозволяє значно покращити ефективність навчального процесу. Її представлення у вигляді аналітичних панелей навчання служить для відображення результатів студентів. Покращення інформативності підсумків навчання можна забезпечити за допомогою використання індикаторів. При цьому також важливо оцінити психологічну частину аналітичних панелей навчання, оскільки їхня неправильна побудова може призвести до втрат мотивації студентів до навчання і, як наслідок, погіршення результатів.

На основі аналізу відпрацьовано основні особливості та вимоги щодо застосування усіх вищеназваних інструментів в сучасному навчальному порталі з метою підвищення ефективності і зацікавленості студента.

Література

1. Panadero, E., Tapia, J. A., & Huertas, J. A. (2012). Rubrics and self-assessment scripts effects on self-regulation, learning and self-efficacy in secondary education. *Learning and Individual Differences*, 22(6), 806–813.



doi:10.1016/j.lindif.2012.04.007.

2. Zimmerman, B. J., & Martinez-Pons, M. (1988). Construct validation of a strategy model of student self-regulated learning. *Journal of Educational Psychology*, 80(3), 284–290.

3. Lavasani, M. G., Mirhosseini, F. S., Hejazi, E., & Davoodi, M. (2011). The Effect of Self-regulation Learning Strategies Training on the Academic Motivation and Self-efficacy. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 29, 627–632. doi:10.1016/j.sbspro.2011.11.285.

4. Omotosho, A., Tyoden, T., Ayegba, P., & Ayoola, J. (2019). “A Gamified Approach to Improving Student’s Participation in Farm Practice--A Case Study of Landmark University,” *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 13(05), 94–109.

5. Strmečki, D., Bernik, A., & Radošević, D. (2015). Gamification in e-learning: Introducing gamified design elements into e-learning systems. *Journal of Computer Science*, 11(12), 1108–1117.

6. Linked Data Driven Visual Analytics for Tracking Learners in a PLE

7. Martin Ebner and Behnam Taraghi. Personal Learning Environment for Higher Education A First Prototype. In *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, pages 1158–1166, 2010

8. Cloud technologies and learning analytics: web application for PISA results analysis and visualization Mariia S. Mazorchuk , Tetyana S. Vakulenko , Anna O. Bychko , Olena H. Kuzminska and Oleksandr V. Prokhorov

9. G. Siemens and D. Gašević, “Guest Editorial-Learning and Knowledge Analytics,” *Educ. Technol. Soc.*, vol. 15, no. 3, pp. 1–2, 2012.

10. P. H. Winne and A. F. Hadwin, “Studying as Self-Regulated Learning,” *Metacognition Educ. theory Pract.*, vol. 93, pp. 277–304, 1998.

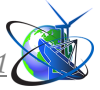
11. D. Gašević, S. Dawson, and G. Siemens, “Let’s not forget: Learning analytics are about learning,” *TechTrends*, vol. 59, no. 1, 2015.

12. R. Pekrun, T. Goetz, A. C. Frenzel, P. Barchfeld, and R. P. Perry, “Measuring emotions in students’ learning and performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ),” *Contemp. Educ. Psychol.*, vol. 36, no. 1, pp. 36–48, 2011.

13. I. Arroyo, D. G. Cooper, W. Burleson, B. P. Woolf, K. Muldner, and R. Christopherson, “Emotion Sensors Go To School,” in *AIED*, 2009, vol. 200, pp. 17–24

14. M. Ez-zaouia and E. Lavou, “EMODA : a Tutor Oriented Multimodal and Contextual Emotional Dashboard,” in *Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK 2017)*, 2017, pp. 429–438

15. Furman V.D., Tarelkina M.O., Tytenko S.V. Overview of learning analytics dashboards usage in educational systems // Сталий розвиток — XXI століття. Дискусії 2020: колективна монографія / Національний університет “Києво-Могилянська академія” / за ред. проф. Хлобистова Є.В. — Київ, 2020. — С. 424–429 с. — Електронне видання. ISBN: 978-617-7668-22-9.



Abstract. This article presents a systematic review of the research literature of the information panels of learning analytics, self-regulated learning and gamification, which report empirical results to assess the impact on learning and teaching. Also in this paper, we analyze and present the necessary steps, as well as planned actions for their further implementation in the educational portal, in order to maximize performance and learning outcomes. In addition, below is a way to obtain simulated data depending on the value of interests and results demonstrated by the student. This article analyzes the methods of application of self-regulated learning, gamification based on research results and on the basis of literature synthesis. The article suggests that further objectification and research should not make any experimental decisions on the presentation of data and analytical results in learning systems.

Key words: self regulated learning, gamification in e-learning, learning analytics, learning analytics dashboards.

Науковий керівник: к.т.н., доц. Тименко С.В.

Стаття відправлена: 26.05.2022

© Демчишин А.М., Галушко А.В.



UDC 004.318

ON ONE APPROACH TO THE FORMATION OF THE USER INTERFACE WITH THE EXPERT SYSTEM

ПРО ОДИН ПІДХІД ФОРМУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА З ЕКСПЕРТНОЮ СИСТЕМОЮ

Burdaev V.P. / Бурдаєв В.П.*c.ph.math.s., as.prof. / к.ф.м.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-9848-9059

*National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute",**Kharkiv, Kyrpuchova 2, 61002**Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,**м. Харків, Курпичова 2, 61002*

Abstract. The paper presents the results of integrating the chatbot @ribs karkas bot and the chatbot @es economy karkas bot with an expert system for organizing online consultation. A description of the architecture and implementation of the chatbot messenger Telegram in an expert system based on the system "KARKAS" – a tool for building models of knowledge bases. The structure of the interaction of chatbot and agents of the expert system in the online mode is considered. An analysis of the possibilities of creating chatbots in the TELEGRAM messenger, their integration with system experts in the field of economics.

Key words: chatbots, agents, messages, knowledge base, expert system.

Introduction.

In the business environment, the free Telegram messenger has become the corporate communication standard. This is due to the following reasons: a high degree of data encryption in it, stability of work, the ability to transfer large amounts of information, openness of the protocol, cross-platform.

On the other hand, what is very important for integrating the Telegram messenger with other applications is that the developers provide an API-based library for working with chatbots.

A bot (chatbot, interlocutor) is a program that simulates human communication based on elements of artificial intelligence. Today bots can communicate with each other to achieve their goals in other words, they can be used as agents in multi-agent systems [1].

One of the first programs implementing the concept of a chatbot was the "ELIZA" program, which mimicked the behavior of a psychotherapist during the initial interview of a patient [1]. The idea of implementing this program was to find in the text of the communication of keywords or messages in order to ask a question to maintain a dialogue with the interlocutor. If the keyword is found in the database, then the question to the interlocutor was asked in accordance with a pre-prepared template question or the statement of the interlocutor turned into a question. If the word combination is not found, then the program asked the interlocutor general questions, such as "Why do you think so?".

There are several strategies for implementing such a dialogue:

1. The interlocutor's question is selected from the list of questions related to the keyword, according to the higher frequency of use of the question in the subject area.



2. The bot collects questions and phrases used by interlocutors, thus learning and increasing their subject area content.

3. Syntactic approach based on grammatical analysis of the interlocutor's phrase and provided with rules of the form "if".

Naturally, the disadvantage of such communication was not quite a logical dialogue between the bot and the interlocutor. The interlocutor had the illusion that the bot understood him, although in reality this was not the case. In other words, the chat bot lacks the implementation of interaction with the output machine, as is widely used in expert and expert training systems [1].

In recent decades, with the advent of the smartphone, the concept of artificial intelligence has become increasingly popular with regard to messaging applications. The global chatbot market will grow in the coming years. One of the main advantages of chatbots in customer service is that the interlocutors are free to ask questions that they would not ask a support representative or company manager. In addition, the bot is able to answer questions instantly.

Chatbots are usually integrated into dialog systems, such as virtual assistants, giving them the ability to communicate naturally or engage in casual conversations unrelated to areas of their core expert systems.

In most cases, chatbots use messaging programs to communicate with customers. The person can type or ask a question, and the chatbot will answer the correct information. Depending on the situation, many chatbots can learn from what the client says to personalize the interaction and build a preliminary interaction.

The chat bot can be considered as a question-and-answer system (QA-system) with elements of machine learning, namely with functions of parsing of natural language, the machine of a logical conclusion and the module of communication with external applications. An important problem for chatbots of QA-systems is the creation of a logic output machine that determines the relevance of knowledge in a given question.

This paper [2] presents experience in implementing a chatbot for expert recommendation tasks. The chatbot was developed as an expert recommendation a system to help developers find the right person to contact in open source projects. Chatbot targets the Pharo software ecosystem and developer community and is integrated with the chat service Discord, which the Pharo community uses as one of its main communication channels.

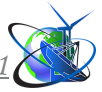
The article [3] discusses the need to design interactions in networks of people and intelligent machines.

The article [4] discusses the issues of integrating bots into chat platforms for developers.

This article [5] explores the concept of a "repair bot" and introduces Repairnator. The Repairnator bot is a standalone agent that continuously monitors test failures, reproduces bugs, and runs program repair tools for every bug that is reproduced. If a patch is found, the Repairnator bot informs the developers about it.

Main text.

The paradigm of integrating chatbots to work with expert systems is now becoming increasingly important [2].



Using the API Telegram library, the bot @ribs_karkas_bot was created for online user consultation with a tool for creating knowledge bases with the "KARKAS" system [6 – 9].

Telegram messenger chat bots, as interlocutors, when working with the "KARKAS" system give more opportunities to consult with the expert system via a smartphone, which, for example, is important for effective decisions in various subject areas such as medicine, ecology, business. In other words, you can now send a text message to the bot @ribs_karkas_bot (a bot to determine the risk of coronary heart disease) and get the necessary information immediately, that is, to conduct a consultation in real time. The content of the chatbot /help command is shown in (Figure 1).

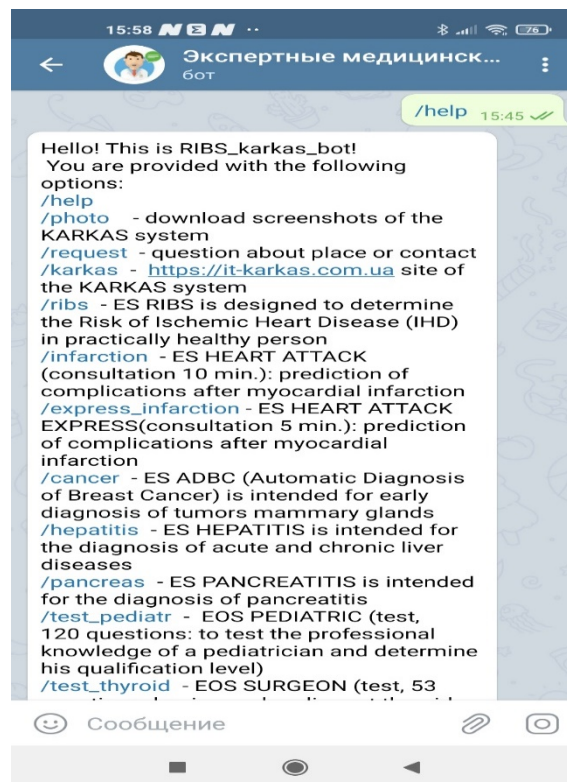


Figure 1 - Type of command /help @ribs_karkas_bot

Authoring

The @ribs_karkas_bot bot allows for online consultation with the following prototypes of expert systems:

- the "RIBS" system [3 – 6] is designed to determine the risk of coronary heart disease (RCHD) in a practically healthy person. The relevance of the development of the system lies in the fact that at present in medicine there is a clearly expressed process of transition to the concept of RCHD prevention, then there are concepts of risk factors associated with the lifestyle of a particular patient. The purpose of the system is to recognize the presence of risk factors for coronary heart disease with an emphasis on the patient's individual lifestyle, using the knowledge of experts. behavior, the degree of social and psychological support, the level of physical activity, the degree of adequacy of rest;
- "HEART ATTACK" system [3 – 6] helps doctors diagnose heart attack



patients, assess their condition and predict the development of the following complications in myocardial infarction, fibrillation, acute left ventricular failure, chronic heart failure, arrhythmias, thromboembolism, myocardial rupture, re-infarction. inference implements Bayesian decision making Consultation with the "INFARKT" expert system in case of 28 symptoms takes 10 minutes, and the option of express consultation (7 symptoms) takes 3 minutes;

- "HEPATITIS" system [3 – 6] is intended for diagnostics of acute and chronic liver diseases. The system allows: to recognize the cause of liver disease and, if possible, by eliminating it, to obtain a therapeutic effect, to purposefully include medications for the treatment of liver diseases, to conduct a statistical assessment of therapeutic measures in patients;

- system "ADBC" [3 – 6] (automatic diagnosis of breast cancer) is designed for early diagnosis of breast tumors. Diagnostics is based on the knowledge of an expert oncologist, which are grouped into the following sections: thermography, anamnesis, physical examinations, echotomography. to classify such tumors: lipoma, fibroadenoma, fibrocystic mastopathy diffuse; fibrocystic mastopathy localized, mastitis.

The bot @es_economy_karkas_bot allows online consultation with the following prototypes of expert systems:

1. The command / fa calls the prototype EC to analyze the financial condition of the enterprise, designed to improve the quality of the result of the assessment of the financial condition of the enterprise.

2. The command / finsost calls the EU prototype to analyze the financial condition of the enterprise (critical, unstable, stable, promising).

3. The team / bank_commercial calls the EU prototype to select a bank for financial services to the company.

4. The command / insurance_company calls the prototype EC to select the insurance company.

5. The command / credit_insurance calls the prototype EC to insure commercial loans.

6. The / creditworthiness command calls the EC prototype to determine the borrower's credit class.

7. The / enterprise_strategy command calls the EC prototype to select the enterprise strategy.

8. The / product_suppliers command calls the EC prototype to select product suppliers.

9. The / product_competitiveness command calls the EC prototype to assess the competitiveness of the product.

When calling the command / bank_commercial, a prototype EC is called to select a bank for financial services to the enterprise.

The purpose of the EC prototype is to advise on the selection of a commercial bank for financial services to the enterprise.

The scope of the EC prototype is a variety of companies that need financial services from banks.

The purpose of the prototype of the EC - the selection of the most optimal option



for the bank's financial services to the company depending on its needs for cash-settlement, credit, deposit and trust operations.

Initial data:

- for the analysis of activity of the enterprise production, sale, purchasing activity, presence or absence of free money is used;
- to determine the bank's solvency, the bank's own funds and assets are used;
- to determine the bank's liquidity, funds on current, current and deposit accounts are used.

Expected results (list of possible values of the purpose of the consultation):

- requirements for financial services of the enterprise - is the urgency of cash payments, forms of cash payments (cash, non-cash), deposit, credit, cash-settlement or trust transactions;
- requirements for banks - solvent or insolvent, liquid or illiquid bank.

Subject area identification. The following economic standards set by the National Bank of Ukraine and determining the reliability of this bank are mandatory for each commercial bank:

- bank solvency;
- balance sheet liquidity indicators;
- the maximum amount of risk per borrower;
- the amount of required reserves placed with the National Bank of Ukraine (Figure 2).

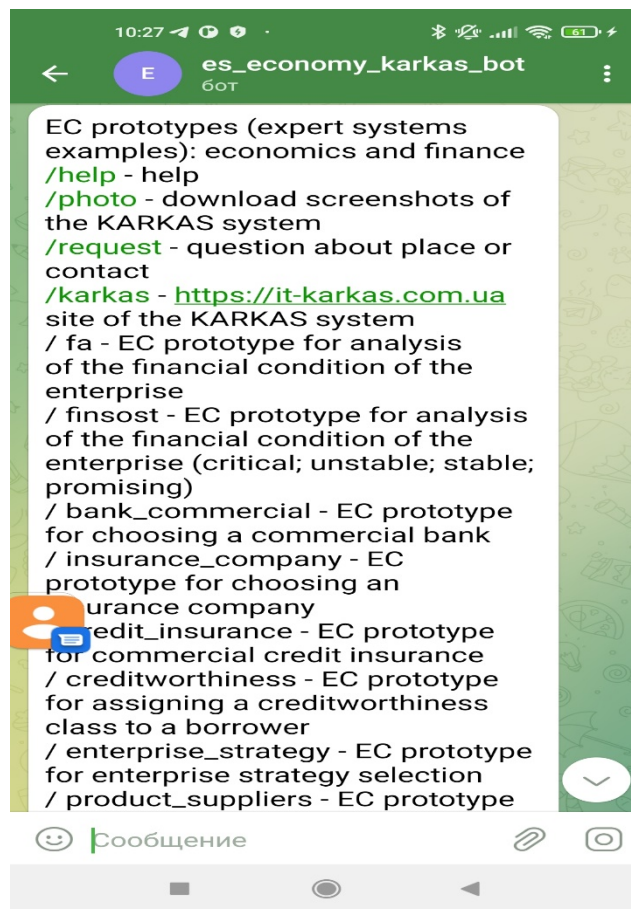


Figure 2 - Type of command / help @es_economy_karkas_bot

Authoring



When choosing a commercial bank, the company usually relies on the following indicators:

- bank reliability;
- which form of payment is suitable for the company: cash or non-cash;
- operations that the company wants to carry out;
- form of payment desired by the enterprise.

The "KARKAS" system is a toolkit for developing prototypes of knowledge bases for expert and expert training systems. Knowledge representation is based on a hierarchical functional system generated by the "KARKAS" system on the basis of production rules and frames. The inference engine uses a hierarchical functional system in consultation with the user. The user can choose different modes of operation of the inference machine: using direct inference, backward inference, indirect inference, Bayes' formula, criteria tables, when the production consequent is a list of parameters.

The online consultation module (interlocutor) allows using the Telegram messenger to exchange messages with the knowledge bases of the "KARKAS" system via the Internet, that is, to carry out a consultation in real time. Note that the formation of the knowledge base and its configuration is carried out on the local computer.

Telegram messenger has millions of active users and is the fastest messaging application. It works on all devices on mobile and desktop platforms.

The "KARKAS" system is a tool for building knowledge base models. The structure of the subject area can be varied, for example, the choice of a solution among a certain set of options, the use of unreliable knowledge. The "KARKAS" system allows both to develop models of knowledge bases and can be used for testing and teaching students over a local network. The "KARKAS" system using chat bots: @es_economy_karkas_bot, @test_karkas_bot allows online consultation with users and testing of students' knowledge from different subject areas: computer graphics, database technologies, web analytics, business intelligence systems.

The "KARKAS" system is built on a modular basis and for this reason it has the ability to connect other additional modules. The following main modules can be distinguished in the system architecture: loader; visual editor for developing knowledge base models; offline and online consulting agent; data clustering module.

The loader launches the system and coordinates the interaction of all modules. The visual editor of knowledge base models allows you to create for expert and expert training systems: questions with answers, products, frames, knowledge base filtering, a hierarchy of knowledge base classes, a hierarchical functional system. It is possible to post the knowledge base on the site <https://it-karkas.com.ua>.

The consultation agent contains the following components: an inference engine, an explain block, a test analyzer, a notice board, a fact base monitor.

The data clustering module allows for interactive and intelligent data classification. To test the user's knowledge, a test generator is used to control the conduct of tests - the teacher's monitor.

System modules are presented in the form of software passive agents (their interaction is carried out using arrays of parameters and through the common computer memory). The environment of their interaction is the "KARKAS" system.



Functional system is a system formed to achieve a given useful result (objective function) in the process of its functioning. Its system-forming factor is a specific result. In other words, the goal is seen as a given result, and the restriction - as a degree of freedom necessary to achieve the result.

A distinctive feature of functional systems - in their openness, not autonomy, not isolation from the environment. Non-autonomous differential equations serve as a mathematical model describing the evolution of such systems.

For example, a functional system can be thought of as a set of functions with some set of operations applied to those functions. The role of functions is played by the rules of the knowledge base, and the main operations are the comparison of the attribute with the sample and the definition of the conditions of applicability of the rules.

The functional system is characterized by the following properties:

- connectivity (chain of knowledge base bundles),
- complexity (hierarchy of levels of local knowledge bases),
- stability (adaptive behavior of the system) - the structure of the oriented graph of the functional system does not change with vertical perturbations of the rules. In other words, only the values of the antecedents of the rules for the local knowledge bases of the bundle chain are changed, and the bundle base, which is interpreted as the external environment, remains unchanged [4].

Such components as a visual editor of knowledge base models, a hierarchical functional system, an inference engine, an explanation block, a knowledge base filtering block are common to the listed modules and act as tools for the functioning of the modules.

The system has two modes of use:

- 1) the mode of a cognitologist - a specialist, simulates the ontology of the subject area and constructs a model of the knowledge base;
- 2) the mode of a problem specialist (the user's qualifications are not high enough, and therefore he needs help and support for his activities from the system).

The system combines various approaches to building knowledge-based systems (Table 1).

Table 1 -The components of the system "KARKAS"

Expert systems	Expert learning systems	Multi-agent systems
The visual knowledge base editor	The learning	The agents help
The hierarchical functional system	The testing, intelligence tests	The chatbots: @ribs_karkas_bot, @test_karkas_bot, @es_economy_karkas_bot
The inference engine, the explanation block	The teacher monitor	

Authoring

The components of the system are interconnected, exchange information and allow to adequately reflect the ontology of the subject area during its operation.

The integration of the chatbot with the consultation module of the "KARKAS"



system consists in the exchange of messages between them, that is in the transmission and reception of requests to work with Telegram servers.

The connectivity of the functional system is expressed in the filtering of the database.

Let it B_i be a local knowledge base, it contains product rules for determining the subgoal G_i , which is at the i -th level in the hierarchy of the functional system. Knowledge base filtering is the ultimate system of local knowledge bases B_i (1)

$$B_0 \prec B_1 \prec \dots \prec B_i \quad (1)$$

partially ordered ($\prec$) as follows: the consequent of each rule from B_i is contained in the antecedent of the rule B_{i+1} .

To build a knowledge base filtering it is enough to specify a chain of rules of a hierarchical functional system to achieve the main goal. Then, with the help of a recursive algorithm, other rules for local functional system of knowledge bases are built by generating rules during consultation with an expert.

The expert analyzes the rules provided by the agent of the functional system and can place the created rules in the local knowledge base at the appropriate level of the hierarchy of the functional system, or prohibit its use, or allow its use for some time. Thus, with the help of the knowledge base filtering algorithm, both the replenishment of local knowledge bases and their adaptation to the subject area are carried out. The number of local knowledge bases corresponds to the levels of the hierarchical functional system.

Thus, the knowledge base of the subject area is considered as a hierarchical functional system, in which the result has an organizing effect on all stages of ontology formation. Classes and connections between them can be considered as a logical construction of a hierarchical functional system. The hierarchical structure of the database allows the inference machine to achieve a local goal at each level of the hierarchy and, accordingly, a global goal.

The physical model of the knowledge base stores instances of classes, objects, values of attributes of objects and logical connections between classes, objects.

The concept of ontology in artificial intelligence is identical to the concept of knowledge base and is based on classes, instances of classes, the relationship between them. An important problem of ontology is the modeling of the logical conclusion.

The inference engine of the "KARKAS" system uses a hierarchical functional system during the consultation with the user. The user can choose different modes of operation of the inference machine: the use of direct inference, inverse inference, indirect inference, Bayesian formula, table of criteria, when the consequent product is a list of parameters.

Integration of the chatbot with consultation and dialogue modules of the "KARKAS" system consists in the exchange of information between them without user participation, as well as the transmission and reception of requests to work with TELEGRAM servers using TELEGRAM API and JSON from secure HTTPS protocol (Figure 3).

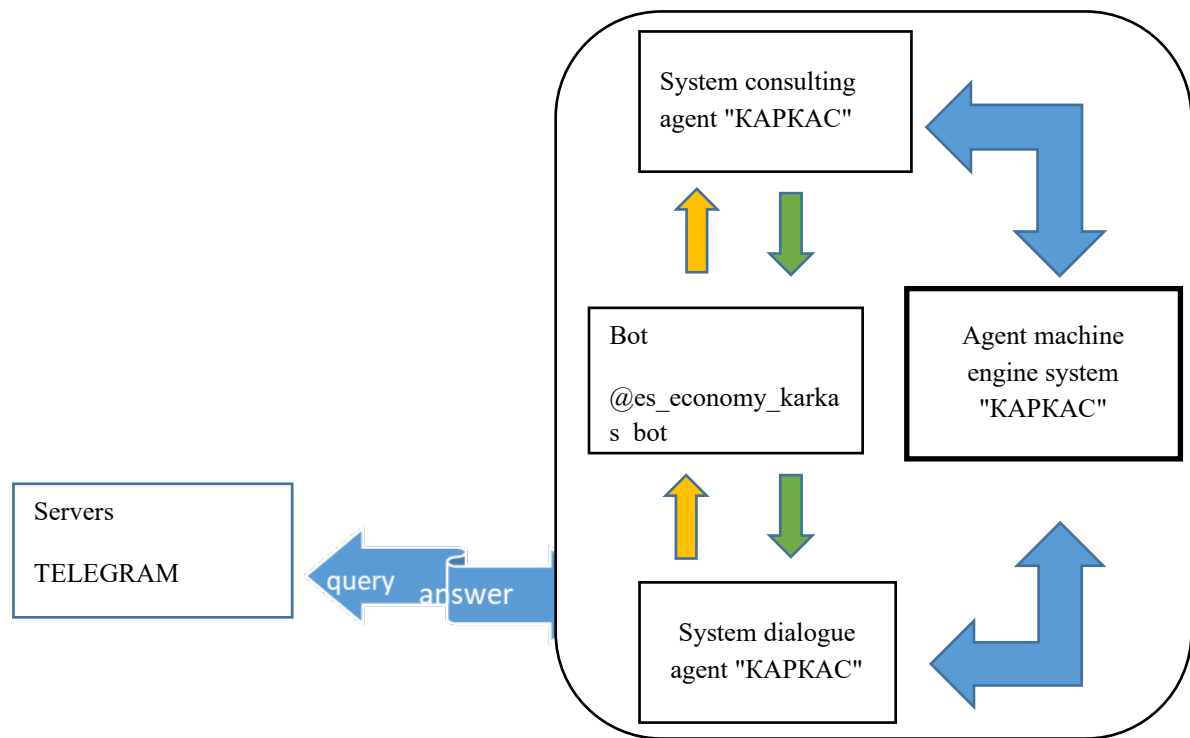


Figure 3 - Chat bot integration architecture with "KARKAS" system
Authoring

The following components are used to work with requests to TELEGRAM servers:

1. The superobject library is used to parse JSON objects.
2. Indy 10 library was used to send http requests and download ftp knowledge bases from <https://it-karkas.com.ua>.
3. The TeleAPI library is used to work with TELEGRAM servers.

The module of online consultation (interlocutor) of the "KARKAS" system allows to exchange messages with knowledge bases via the Internet by means of the Telegram messenger.

Consultation and dialogue agents exchange messages with each other to perform the following operations:

1. Pressing: buttons, check boxes, radio buttons.
2. Transmission and reception of messages between visual objects on the form.

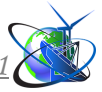
Thus, the above modules perform the functions of agents and in this sense, the implemented chatbot @ribs_karkas_bot in the system "KARKAS" can be considered as a multi-agent system.

Transmission and reception of consultation agent messages.

1. You can activate the application (ribs_karkas_bot.exe) that launches the bot on a resource that has access to the Internet (hosting, home computer). Then run it in the Telegram messenger: @ribs_karkas_bot. Type commands /help or /start bot and the bot will offer to select commands to run expert systems, tests (Figure 1).

2. For example, when you select the /ribs command, the following operations are performed:

- the ribs.knb knowledge base is downloaded from the website <https://it->



karkas.com.ua;

- the consultation module is executed and the inference engine of the conclusion of expert system is started;
- the dialogue module is activated.

3. The result of the consultation of the expert system is transmitted to the bot on a broadcast protocol.

Thus, the algorithm of the chatbot @ribs_karkas_bot consists of the following steps:

Step 1. Activate the chatbot @ribs_karkas_bot in the Telegram messenger.

Step 2. Select the commands: /help or /start, then, the /ribs command calls the expert of system prototype to select the risk of coronary heart disease.

Step 3. The bot launches the consulting agent of the "KARKAS" system.

Step 4. The inference engine of the "KARKAS" system is activated.

Step 5. The hierarchical functional system is formed for dialogue with the user.

Step 6. The dialog agent is activated, which sends the bot a message with the text of the question and answers. The bot receives the message as a JSON object, performs its parsing, displays the message in the chat and waits for the user's response.

Step 7. The user in the chatbot selects or enters the answer. The bot sends the response to inference engine of the expert system's.

Step 8. The expert system consulting agent receives the message and transmits it to the inference engine, which transmits the message to the dialogue agent. The purpose of the consultation is specified, based on a hierarchical functional system, during the dialogue with the user.

Step 9. The iterative consultation process continues until the inference engine receives the result from the expert system. The user can terminate the consultation with the /quit command at any time.

The dialogue diagram of the chat bot and the expert system is shown in (Figure 4).

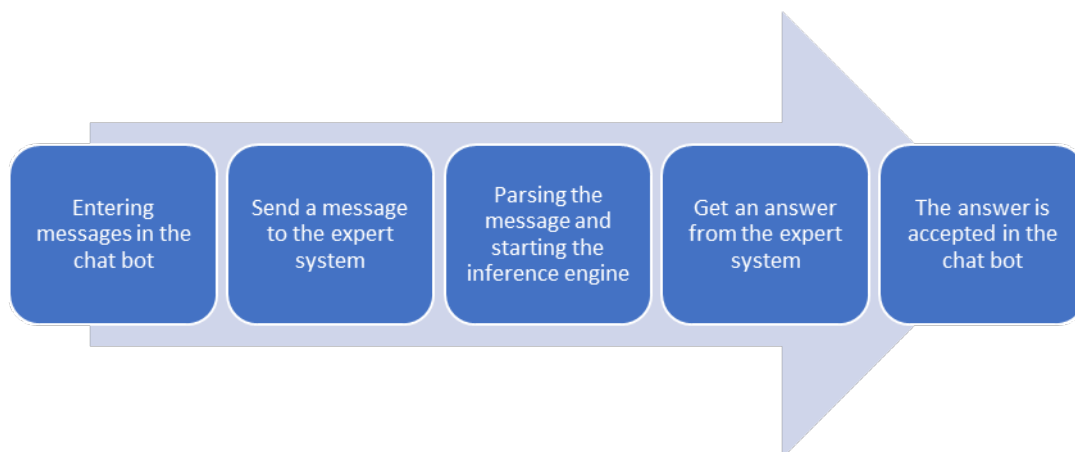


Figure 4 - Interaction of chat @ribs_karkas_bot with expert system

Authoring

One of the current trends in the development of the mobile application market is the development and adaptation of mobile applications that perform the functions of expert systems. Figure 5 shows a view of the user interface for a mobile expert system RFCHD for the Android and IOS platforms.

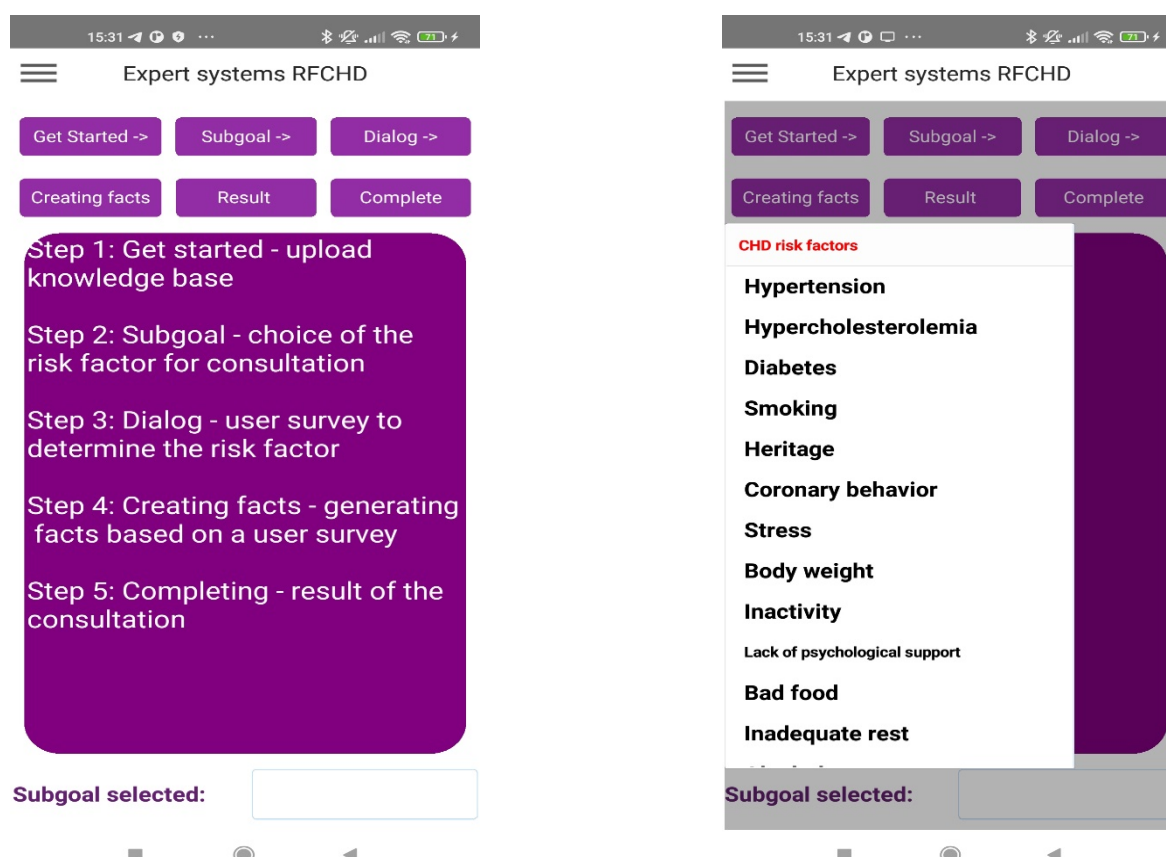


Figure 5 – The mobile expert system RFCHD for the Android and IOS platforms
Authoring

Summary and conclusions.

Have been considered the @ribs_karkas_bot chatbot and @es_economy_karkas_bot is integrated into the "KARKAS" system.

Were received the @ribs_karkas_bot chatbot which allows online consultation with the "RIBS" expert system to determine the risk factor for coronary heart disease.

The paper presents the results of integrating the chatbot @es_economy_karkas_bot with an expert system for organizing online counseling. The algorithm of interaction of chatbot and agents of expert system in the online mode is considered.

As a result, a fully functioning chatbot @es_economy_karkas_bot was created, which is integrated into the "KARKAS" system and allows online consultation with prototypes of expert systems in the economic and financial subject area. After deploying the program, it is planned to significantly expand the functionality of the bot.

References:

1. S. Russell, P. Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach, 4nd. ed., 2020.
2. Jhonny Cerezo; Juraj Kubelka; Romain Robbes; Alexandre Bergel, Building an Expert Recommender Chatbot, 2019 IEEE/ACM 1st International Workshop on Bots in Software Engineering (BotSE), pp. 59 – 63.
3. A. Folstad and P. B. Brandtzæg. Chatbots and the new world of hci. Interactions, 24(4),2017, pp. 38–42.



4. C. Lebeuf, M.-A. Storey, and A. Zagalsky. Software bots. IEEE Software, 35(1), 2018, pp. 18–23.
5. M.-A. Storey and A. Zagalsky. Disrupting developer productivity one bot at a time. In Proceedings of the 2016 24th ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations of Software Engineering, pp. 928–931. ACM, 2016.
6. G.S. Osipov, Intelligent dynamic systems, Scientific and Technical Information Processing volume 37, 2010, pp. 259–264.
7. V.P. Burdaev, Complexity of dynamical systems, Saarbrücken: Lap Lambert Academic Publishing, 2015.
8. J.C. Giarratano, G.D. Riley, Expert Systems: Principles and Programming, 4th. Ed., 2007.
9. Computer system “KARKAS”, 2012, URL: <https://it-karkas.com.ua>.

Анотація. В роботі представлені результати інтегрування чат-бота @ribs karkas bot та @es economy karkas bot з експертною системою для організації консультування в режимі онлайн. Опис архітектури та реалізації месенджера чат-бота Telegram в експертній системі на базі системи «KARKAS» – інструменту для побудови моделей баз знань. Розглянуто структуру взаємодії чат-бота та агентів експертної системи в онлайн-режимі.

В результаті був створений повністю функціонуючий чат-бот @es economy karkas bot, який інтегрований в систему «КАРКАС» і дозволяє в режимі онлайн проводити консультацію з прототипами експертних систем в економіко-фінансовій предметній області. Після розгортання програми планується значно розширити функціональність бота.

Система «КАРКАС» являє собою інструментарій для розробки прототипів баз знань для експертних і експертно-навчальних систем як в офлайн, так і онлайн режимах на смартфонах. Подання знань ґрунтується на ієрархічній функціональній системі, яка генерується системою «КАРКАС» на базі правил продукції і фреймів.

За допомогою системи «КАРКАС» розроблений ряд прототипів ЕС в наступних предметних областях: медицина, економіка, мобільний зв'язок і кластерний аналіз багатовимірних даних.

Система «КАРКАС» за допомогою чат-ботів: @Ribs_karkas_bot, @es economy karkas bot, @es info tech karkas bot, @test karkas bot дозволяє проводити онлайн консультацію з користувачами і тестування знань студентів в різних предметних областях: комп'ютерна графіка, технології баз даних, веб-аналітика, системи бізнес-інтелекту.

Ключові слова: чат-боти, агенти, повідомлення, база знань, експертна система.

sent: 23.06.2022

© Burdaev V.P.



UDC [004.7-047.72]:656.2

**FORMATION OF COMPETENCIES IN APPLICANTS OF THE
BACHELOR'S DEGREE OF FOREIGN ORIGIN IN DISTANCE LEARNING
IN THE «DATABASE» DISCIPLINE****ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ У ЗДОБУВАЧІВ СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»
ІНОЗЕМНОГО ПОХОДЖЕННЯ ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ З
ДИСЦИПЛІНИ «БАЗИ ДАНИХ»****Pakhomova V. N. / Пахомова В. М.***s.t.s., as. prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-0022-099X

Ukrainian State University of Science and Technology,

Ukraine, Dnipro, Lazaryan St., 2, 49010

Український державний університет науки та технологій,

Україна, Дніпро, вул. Лазаряна, 2, 49010

Abstract. The «ForeignDistLearnDB» methodology on the formation of competencies of applicants for foreign origin «Bachelor» in «Computer Engineering» in distance learning in the «Databases» discipline, consisting of the following stages: 1) familiarization with the basic models of data representation (during lectures); 2) study of DDL, DML and DQL constructs that form the basis of SQL (during laboratory work); 3) designing a relational database using the «Normal Forms» and «Essence-Relation» methods (during the individual task); 4) analysis of the process and results of database design by different methods (mathematical and graphical); 5) elaboration of theoretical material with the use of lecturer presentations and modular testing in the «Lider» system.

Key words: competence, database, relational model, binary link, foreign key, dependency, normal form, ER-type diagram, design, SQL.

Introduction

Formulation of the problem. The current situation in the world related to the spread of COVID-19 caused by the coronavirus SARS-CoV-2 has led to the use of distance learning, in particular in the discipline «Databases» and the formation of relevant competencies in first-degree applicants under such difficult conditions that confirms the relevance of the topic.

Analysis of recent research. Assessment of competencies is the subject of research of such scientists as: Bykov V. Yu., Gurevich R. S., Gurzhiy A. M., Morse N. V., Ovcharuk O. V., Spirin O. M., Sysoeva S. O., Zhaldak M. I. and others. It is important to identify, analyze and summarize the experience of EU countries, major international organizations and initiatives (UNESCO, ECDL, MICROSOFT, INTEL, etc.), as well as comparability for modern Ukrainian education in international research on education quality (PISA, TIMSS, PEARLS) [1]. The analysis of recent research and publications [1-4] revealed the following: 1) the lack of common information and communication technologies in the discipline «Database»; 2) ubiquitous use at the present stage of relational databases; 3) the existence of a wide range of software applications for creating and processing relational databases; 4) features of generation Z; 5) the need for distance learning in the current situation in the world, and became the basis for the development of its own methodology «ForeignDistLearnDB».



The aim of the article is to develop a methodology for the formation of competencies in applicants of foreign origin with a bachelor's degree in «Computer Engineering» in distance learning in the «Databases» discipline.

1. Formation of subject competencies during lectures

According to the «ForeignDistLearnDB» methodology during the lectures the students are acquainted with the models of data presentation: hierarchical; network; relational; postrelational; multidimensional and object-oriented, the most practical of which is the relational model. As a learning outcome, the implementation of binary linking of the tables underlying the relational model using a foreign key. As an example, create a binary link 1:M «STUDENTS» table and «HOBBY» table (Fig. 1). In the main (parent) table the primary key (*) is simple (Full_name); in the additional (child) table the primary key is composite (Full_name and Hobby); the Full_name attribute is link key (+). In the child table the Full_name attribute is a foreign key.

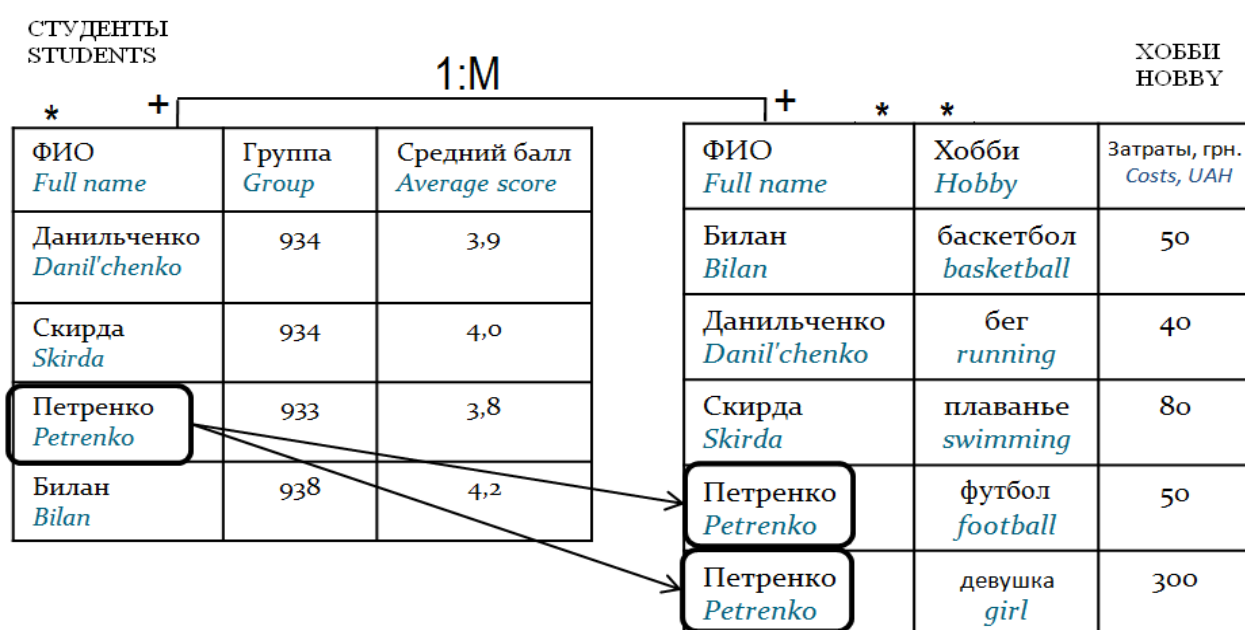


Figure 1 – The example of binary link 1:M:
«STUDENTS» is parent table; «HOBBY» is child table

Elaboration of theoretical material based on lecturer presentations and modular testing are carried out using the «Lider» system [3].

2. Formation of subject competencies during laboratory classes

According to the «ForeignDistLearnDB» methodology during the laboratory works the applicant acquires practical skills in using SQL (Structured Query Language): to create and edit the structure of a relational database based on constructions «Create table», «Alter table», «Drop table» from DDL (Data Definition Language); to create and edit the body relation based on constructions «Insert», «Update», «Delete» from DML (Data Manipulation Language); to create queries to the database based on the multifunctional construction «Select» from DQL (Data Query Language).



3. Formation of competencies during the individual task

According to the «ForeignDistLearnDB» methodology during the individual task of database design using the «Normal Forms» method [5]. As a program learning outcome, the applicant determines the functional dependencies between attributes and performs the main stages of normalization of the relation: the first stage (translation of the relation from 1NF to 2NF), which aims to get rid of partial dependence; the second stage (translation of the relation from 2NF to 3NF), which aims to eliminate transitive dependence. So, for example, for the «TEACHER» relation we will allocate dependencies between attributes (fig. 2). Initially, the primary key is composite (Full_name, Subject, Group).

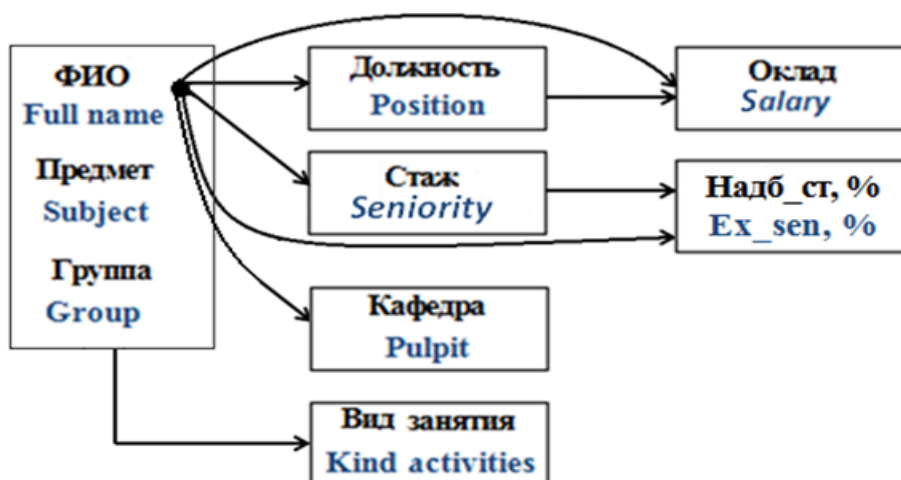


Figure 2 – Dependencies between the attributes of the original relation

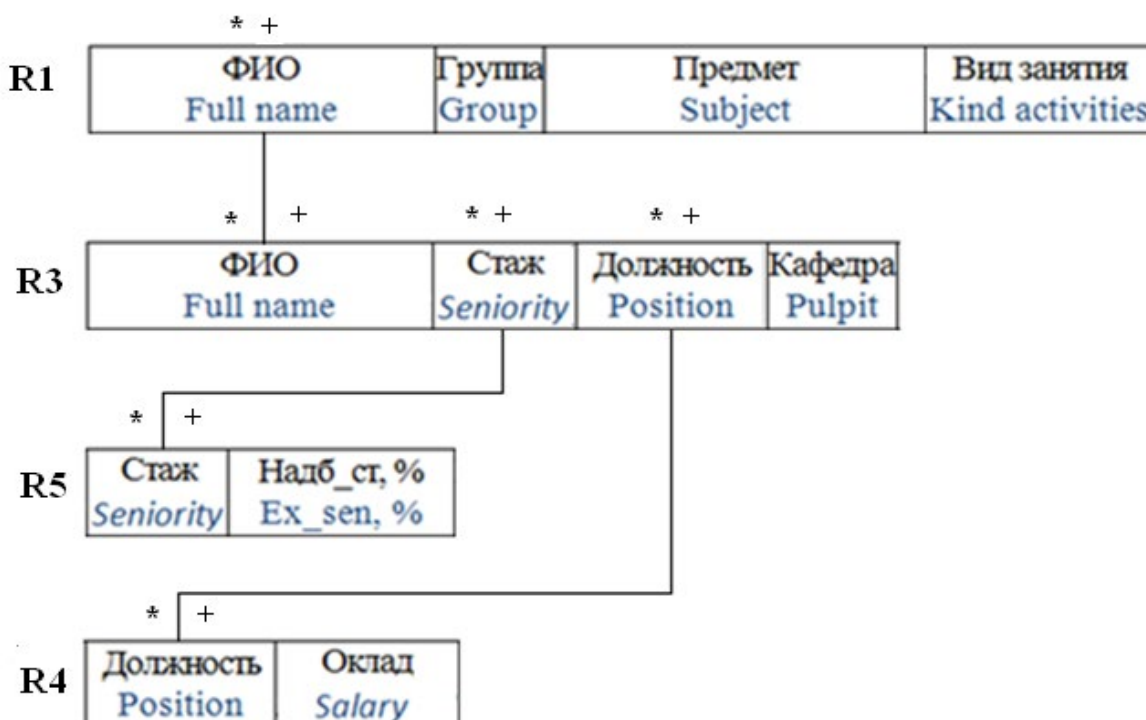


Figure 3 – The structure of the designed database:
(*) – primary key; (+) – link key



In the original relation there is redundant duplication of data, which are the cause of the anomalies editing. Evident redundancy in the relation: the corteges to the data about teachers are repeated. Non-evident redundancy in the relation: the same salary of one position and the same additions to the salary for the same seniority. The result of the design is a database (Fig. 3), consisting of the relations R1, R3, R4 and R5, each of which meets the requirements of the Boyce-Codd Normal Form (BCNF).

4. Using a research approach in distance learning

Hrynevych L. M., Morse N. V. and Boyko M. A. emphasize that research and cognitive method should become the most important component of the scientific program at all levels and in all branches of science [2]. According to the «ForeignDistLearnDB» methodology when performing an individual task, the applicant uses not only the mathematical method, but also the graphical method [5]. So, for example, when designing a database by the «Essence-Relation» method created ER-type diagram, taking into account all the essences and relations between them (Fig. 4), based on which the resulting relations are formed. The structure of the designed database by the «Essence-Relation» method exactly coincides with the structure of the designed database by the «Normal Forms» method. As a program learning outcome, the applicant must compare the processes and results of database design using different methods: «Normal Forms» and «Essence-Relation».

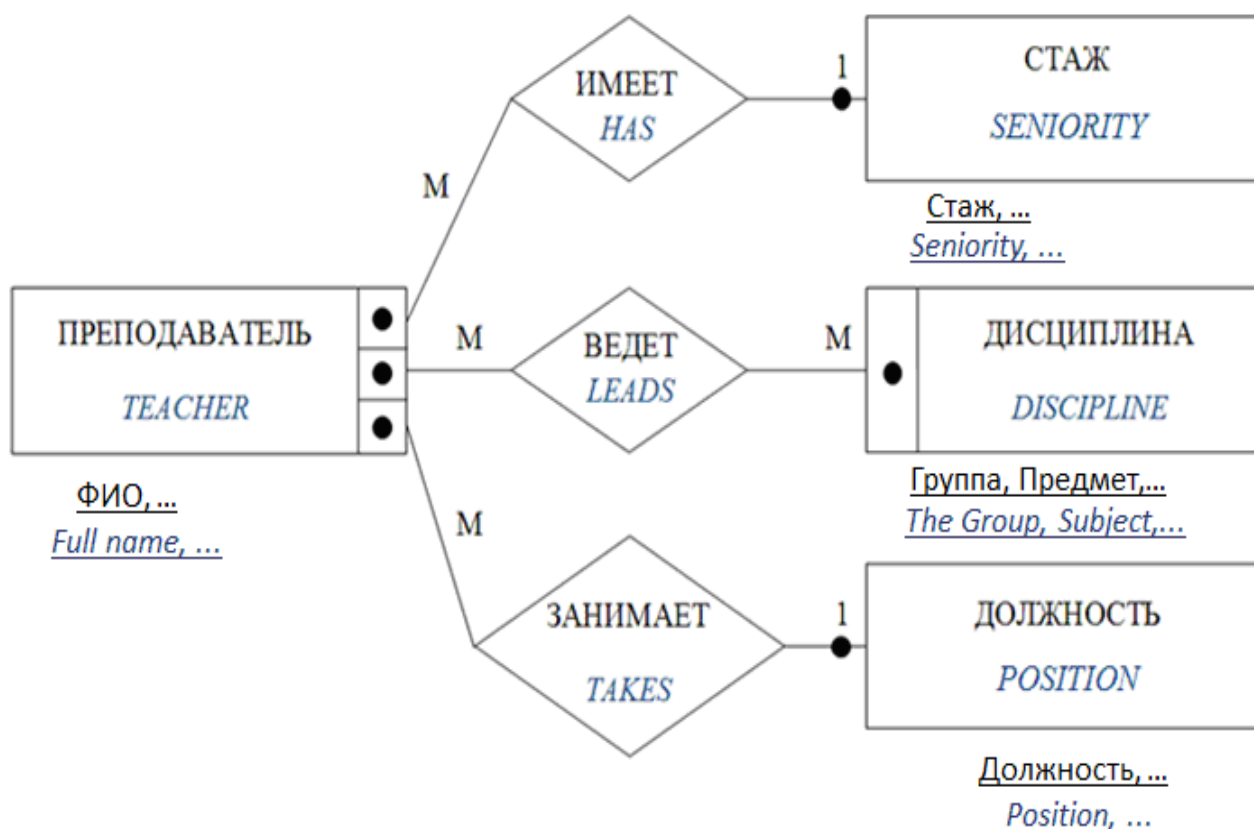


Figure 4 – ER-type diagram

Peculiarities of Generation Z and peculiarities of training of applicants of foreign origin require the introduction of new methods in the conditions of distance learning and the use of interactive teaching methods. For example, according to the



«Teaching-Learning» method, a first-degree student of foreign origin, having received a general structure of a relational database with the definition of outcome keys and communication keys, must be able to assess the degree of normalization and denormalization of relations.

Conclusions

1. The proposed «ForeignDistLearnDB» method for the formation of competencies of applicants for foreign origin «Bachelor» specialties «Computer Engineering» in distance learning in the «Databases» discipline based on the «Lider» system during lectures and laboratory classes, as well as performing an individual task using a research approach.

2. Based on the use of the proposed «ForeignDistLearnDB» method applicant of foreign origin degree «Bachelor»: first, masters the subject competencies in the «Databases» discipline; secondly, acquires practical skills in scientific activities in the organization and conduct of research in the design of the database by different methods: «Normal forms» and «Essence-Relation».

Literature:

1. Биков В. Ю., Овчарук О. В. Оцінювання інформаційно-комунікаційної компетентності учнів та педагогів в умовах євроінтеграційних процесів в освіті: посібник. Київ: Педагогічна думка. 2017. 160 с.

2. Гриневич Л. М., Морзе Н. В., Бойко М. А. Наукова освіта як основа формування інноваційної компетентності в умовах цифрової трансформації суспільства. Інформаційні технології і засоби навчання. т. 77. № 3. 1-26. 2020.

3. Дистанційний курс в системі «Лідер» з дисципліни «Бази даних» для здобувачів ступеня «бакалавр» спеціальностей «Комп'ютерна інженерія» і «Кібербезпека»; укл.: Пахомова В. М. Сертифікат № ДК0288 від 20.08.2018.

4. Khadim B. Mobile learning and education in the digital age. 2018. URL: <http://elearningindustry.com/mobile-learning-education-digital-age>

5. Pakhomova V. N. Database. Methodical recommendations for individual task for foreign applicants of Bachelor's Degree of specialties «Computer Engineering». Dnipro: Edition Department of Ukrainian State University of Science and Technology. 2022. 20 с.

Анотація. Запропонована методика «ForeignDistLearnDB» щодо формування компетентностей здобувачів іноземного походження ступеня «бакалавр» спеціальностей «Комп'ютерна інженерія» при дистанційному навчанні з дисципліни «Бази даних», що складається із наступних етапів: 1) ознайомлення з основними моделями представлення даних (під час лекційних занять); 2) вивчення конструкцій DDL, DML і DQL, що складають основу SQL (під час лабораторних робіт); 3) проектування реляційної бази даних за методами «Нормальних форм» і «Сутність-зв'язок» (під час виконання індивідуального завдання); 4) аналіз процесу та результатів проектування бази даних за різними методами (математичним та графічним); 5) опрацювання теоретичного матеріалу з використанням презентацій лектора та модульного тестування в системі «Лідер».

Ключові слова: компетентність, база даних, реляційна модель, бінарний зв'язок, зовнішній ключ, залежність, нормальна форма, діаграма ER-типу, проектування, SQL.



UDC 656.21

THE CONCEPT OF THE TRAINS' SPEED INCREASING КОНЦЕПЦИЯ ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Kovtun P.V. / Ковтун П.В.

Ph.D. in Engineering Science., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-1507-3531

Dubrovskaya T.A. / Дубровская Т.А.

Ph.D. in Engineering Science., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0003-0044-6056

SPIN: 1826-2295

Shebzukhov Yu.A. / Шебзухов Ю.А.

Master in Engineering Science / магистр техн. наук

Annotation. Currently, high-speed railways provide not only high speed of movement, but also a higher level of reliability and safety, and comfort, and economy. New trains built based on innovative technologies develop a speed of 300-350 km/h and successfully compete with all types of transport. In the modern sense, high-speed overland transport is railway transport, which guarantees the movement of trains at a speed of more than 200 km/h. Its movement is carried out either by wheeled rolling stock along the rail track, or by rolling stock on a magnetic cushion.

The problem of the trains' technical speed increasing is an important task facing the railway. Reconstruction actions to increase the speed of movement by the railway should be designed in such a way as to guarantee the safety and uninterrupted movement of trains and reduce the time of passengers on the road while ensuring the required dimension of traffic and the lowest construction and operating costs.

Keywords: railway, reconstruction, speed increase, criteria, rolling stock.

Introduction.

Railways are ideal for providing comparatively cheap and fast, and convenient, and low environmental impact mass transportation. Many railway enterprises and operating companies are already using the opportunities provided in this regard [1].

Analysis of recent research.

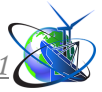
An analysis of recent researches conducted by the authors showed that the issue of the trains' speed increasing is very popular in the modern world.

Most European countries are successfully solving the problem of the trains' speeds increasing through actions that are carried out both on existing railways through their modernization, and on specially built lines [2-4].

By the example of Chinese railways, a complete assessment of speeds during operation was implemented [6, 7]. The article presents indicators and an integrated framework for the comprehensive assessment of operating speed on a high-speed railway.

Article [8] is devoted to the analysis of the high-speed railways accessibility in Korea. The variance analysis test (ANOVA) and cartographic audit based on geographic information systems (GIS) are used as assessment tools.

The main ways to increase the trains' speeds. When solving the problems of developing high-speed traffic along existing railway lines, the road is considered as an integral system consisting of devices and structures that, due to the imperfection of the technical condition, can limit the trains' speed on each specific section. Therefore,



it is necessary to know the permissible speed of trains on each railway section, as well as the parameters of the devices, according to which the railway must be rebuilt to implement these speeds.

According to the research [1], there are four types of trains' speed increase currently in operation around the world and their relationship to conventional rail systems.

The model of the first type differs completely from the traditional services and it used in Japan (the use of magnetic levitation trains).

The second operating model is a mixed high-speed model, in which a high-speed train can run both on a purpose-built new line and on upgraded sections of conventional lines. This leads to lower construction costs as a result. This model corresponds to the French TGV (Train à Grande Vitesse) system.

The third operating model is the mixed traditional model adopted by the Spanish railway system. It allows driving some conventional trains on high-speed railways.

The fourth model is a fully mixed model. This involves the use of both high-speed and conventional trains by the same infrastructure. This model is used for the German ICE system, where high-speed trains use upgraded conventional lines and freight trains use the high-speed lines' spare capacity at night.

Thus, authors stand the main goal of this article as further study the main technical solutions for the trains' speed increasing based on researching the experiences of various countries.

Figure 1 shows schematically the main technical solutions for the trains' speed increasing.

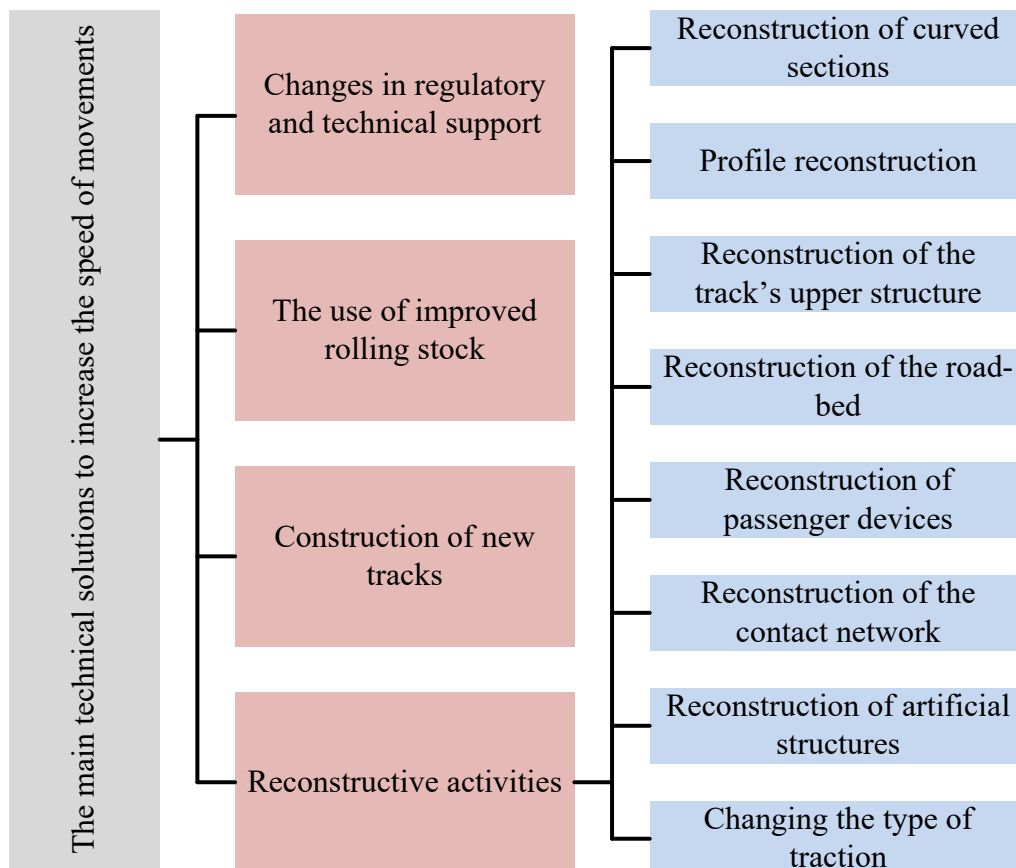
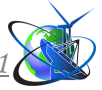


Figure 1 – The main technical solutions to increase the speed of movements



The increasing of trains' speeds at the change in regulatory and technical documentation expense is associated with various justified "simplifications" of tolerances for the maintenance and operation of the railway track. So, for example, the increase of the standard of un-extinguished acceleration value from 0.7 m/s² to 0.9 m/s² (for example, the rolling stock "Lastochka" ("Swallow")) allows to more quickly pass the existing curved sections at a higher speed.

It is also possible to increase the speed of trains on existing railway lines through the use of improved rolling stock. For example, since 2010, modern rolling stock Stadler has been produced in Belarus, which can be operated on 1520 mm gauge railways with an operating speed of up to 160 km/h.

The Strizh (Swift) rolling stock runs between Moscow and Berlin and transits through the territory of the Republic. Its feature is the ability to change the gauge from 1520 mm to 1435 mm and back moving with a speed of up to 15 km/h.

The Lastochka (Swallow) rolling stock runs along the section of the second transport corridor and connects the two capitals Moscow and Minsk. It develops speed up to 140/160 km/h and can go through curved sections of the track faster due to the increased value of the permissible un-extinguished acceleration.

The increasing of speeds associated with the construction high-speed railway (HSR) is characterized by high costs and as a rule they are one of the largest infrastructure projects in the countries which implement them. Such projects have a significant long-term impact on the national transport system and its development. As world experience shows the creation of the HSR network can cause significant socio-economic effects that justify the costs of their construction. However, often the construction of new HSR is associated with limitation of space (especially for the second and the third tracks) and the presence of existing infrastructure that does not allow the construction of additional tracks.

The reconstruction of the railway track is focused on increasing the bearing capacity, strength, durability and other reliability characteristics of both the railway track as a whole and its components. These characteristics provides an extension of the life cycle, reducing labour costs and the cost of maintenance of the track and obtaining an economic effect during its operation, in including by the trains' speeds increasing.

The reconstruction of the railway track includes works that lead to a change of the track category, as well as to increasing the bearing capacity of artificial installations, to the ability of the track and artificial installations to carry increased axle and linear loads, to the change in spatial characteristics (plan and profile of the track, geometry of the ballast prism and road-bed, and oversized places), to the change in the design of the track with the construction of new drainage, protective and fortifying installations. As a result of the reconstruction the railway track has the ability to be transferred to the higher category depending on the operational criteria.

When developing a project for the reconstruction of an existing railway, the following tasks are solved: optimization of the plan and profile of the existing railway line; such improvements of the track's upper structure condition as are allowing to pass high-speed trains; modernization of station devices, etc.

The reconstruction of the line plan consists of increasing the radii of the curved



sections of the track, because curves of small radii restrain the speed of trains. However, it is not always possible to do this, because existing tracks and developed infrastructure hinder this measure in this case.

Permissible slope difference (Δi), on a section with train speeds of 160 km/h, should not exceed 6 % ($\Delta i \leq 6 \%$). If the slope difference exceeds the standard value, this slope is straightened and a check carried out by traction calculation. After that, the reconstruction of the track will be carried out in this section in order to increase the speed of movement.

Contact suspension in cooperation with current collectors of electric rolling stock should ensure uninterrupted current collection when trains move at a set speed and the calculated climatic conditions of the area with the optimal service life of both the contact wire and the contact inserts (plates) of the current collectors. When the trains' speeds increase there is a need to reorganize the contact network due to a change in the position of the turnout centres for increasing of the inserts between them and the tracks' axes to expand the passenger platforms, which will require the transfer of supports, as well as the modernization of the construction of the contact suspension in accordance with the requirements of high-speed traffic.

In many cases, the use of polymeric materials on electrified railways allows to find completely new simple ways to solve complex technical problems related to increasing the speed of trains; increasing the reliability of devices; reducing the cost of manufacturing structures and installation and operation; increasing the safety of work on the contact network under voltage; saving scarce non-ferrous metals; extending the service life; improving the appearance of contact network structures.

When placing intermediate stations on straight lines, it is necessary, first of all, to eliminate the reverse curves arranged on the approaches to increase the distance between the main tracks' axes (from 4.10 m to 5.30 m). For this purpose, one of the main tracks is shifted to provide between them the same distance between the tracks at both of the station and the adjacent hauls. When the movement speeds are increasing, passenger platforms placed between the main tracks are removed. Those platforms located close to the main tracks are brought up to 8 m wide with transitions at different levels, and the track junction is reorganized to meet these requirements, since turnouts for high-speed traffic have a length greater than regular turnouts.

When the trains' speeds are increasing, the upper structure of the track must meet all the requirements for the implementation of high speeds on it. Turnouts on the main tracks need to be replaced with high-speed ones with a continuous rolling surface and straight inserts between them are increased up to 25 m, and up to 12.5 m in difficult conditions, the reconstruction of the electrical interlocking of turnouts and signals is being carried out, since high-speed turnouts have movable cores of the cross requiring additional electric drives.

Changing the type of traction, in particular, the electrification of railways ensures the availability, high quality and safety of transport services; development of its infrastructure; renewal of rolling stock of railway transport; increasing the speed of goods delivery and passengers transportation; increase in the length of electrified railway sections in the main directions of international transportation; acquisition of a new generation of rolling stock that ensures high speeds for passenger and freight



trains; improving the efficiency of the transport complex.

The efficiency of increasing the speed of trains on the territory of the Republic of Belarus is quite justified, since the distance and character of transportation corresponds to the factors that determine the scope of its rational application, in particular:

- the length of the directions on which the greatest intensity of traffic is observed corresponds to an equal amount of time in comparison with air transport;
- service by high-speed trains of a number of large settlements located relatively close to each other, providing a sufficiently large number of passengers;
- transportation of a lot of passengers making business trips, etc.
- transfer of freight trains to a parallel track.

On the Belarusian Railway, the introduction of high-speed passenger trains on railways is possible in the following options [3]:

- construction of new lines;
- reconstruction of existing lines, including changing the geometric parameters of the line (plan and longitudinal profile) will requiring significant capital investments;
- the introduction of an improved rolling stock with the possibility of realizing outstanding un-extinguished acceleration $a_{np} = 0.9 \text{ m/s}^2$ while ensuring the level of passenger comfort (including a change in traction).

The strategy for the development of railway transport ensures an increase in traffic and its qualitative change in order not only to maintain, but also to expand the positions of railways in the transport services market.

To develop a speed of up to 160 km/h, you need the appropriate rolling stock. First of all, such trains are launched between Brest and Minsk, as well as between Gomel and Minsk.

Findings.

The choice of possible options for increasing the speed of trains in any case is a technical and economic task of a high level of complexity. Both individual reconstructive measures and their various combinations are possible. The decision depends on the factors considered in each case.

References:

- 1 D. Sun, S. Zeng, H. Ma, J. J. Shi. How Do High-Speed Railways Spur Innovation? // IEEE Transactions on Engineering Management, 2021.
- 2 R. Pittman, M. Jandová, M. Król, L. Nekrasenko, T. Paleta. The effectiveness of EC policies to move freight from road to rail: Evidence from CEE grain markets. // Research in Transportation Business & Management, Vol. 37, 2020, 100482.
- 3 Дубровская Т. А. Обоснование проектных решений при реконструкции железных дорог для скоростного движения пассажирских поездов в Республике Беларусь : дис. ... канд. техн. наук. М., 2021 г. 159 с.
- 4 F. Horvat, S. Fischer. Magistrale for Europe // Közlekedésépítési Szemle, Vol. 59(5), 2009, pp. 33–37
- 5 I. Lebid, I. Kravchenya, T. Dubrovskaya, N. Luzhanska, M. Berezovyi, Y. Demchenko. Identification of the railway reconstruction parameters at imposition of



high speed traffic on the existing lines // MATEC Web of Conferences 294, 2019, 05003.

6 J. Zhang, J. Zhang. Comprehensive Evaluation of Operating Speeds for High-Speed Railway: A Case Study of China High-Speed Railway // Mathematical Problems in Engineering, Vol. 1, 2021, pp.1-16.

7 China's High-Speed Rail Technology // Zhejiang University Press, Hangzhou and Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2018, 587 p.

8 J. S. Chang, J.-H. Lee. Accessibility Analysis of Korean High-speed Rail: A Case Study of the Seoul Metropolitan Area // Transport Reviews, Vol. 28(1), 2008, pp. 87-103.

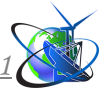
Аннотация. В настоящее время высокоскоростные железные дороги обеспечивают не только высокую скорость передвижения, но и более высокий уровень надежности и безопасности, комфорта, экономичности. Новые поезда, построенные на основе инновационных технологий, формируют скорость в 300-350 км/ч, благополучно соперничают с абсолютно всеми типами транспорта. Высокоскоростной наземный транспорт в современном представлении – это железнодорожный транспорт, гарантирующий движение поездов со скоростью более 200 км/ч. Его движение осуществляется либо колесным подвижным составом по рельсовому пути, либо подвижным составом на магнитной подушке.

Проблема повышения технической скорости движения поездов является важной задачей, стоящей перед железной дорогой. Реконструктивные мероприятия для повышения скоростей движения на железной дороге должны проектироваться так, чтобы были гарантированы безопасность и бесперебойность движения поездов, сократилось время пассажиров в пути при обеспечении потребных размеров перевозок и наименьших строительно-эксплуатационных затратах.

Ключевые слова: железная дорога, реконструкция, повышение скорости, критерии, подвижной состав.

Article submitted: 28.05.2022 г.

© Kovtun P.V, Dubrovskaya T.A., Shebzukhov Yu.A.



УДК 004.94(045)

**SIMULATION MODELING OF WORK
RELOADING COMPLEX «CRANES-PANEL TRUCKS»
ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ
ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ «КРАНИ-ПАНЕЛЕВОЗИ»**

Dekhtyaruk M.T. / Дехтярук М.Т.*s.ph.m.s., as.prof. / к.ф.-м.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-8709-5967

*Open International University of Human Development «Ukraine»,**Lvivska str., 23, Kyiv, Ukraine, 03115**Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна»**вул. Львівська, 23, Київ, Україна, 03115*

Анотація. Стаття присвячена сучасним комп'ютерним інформаційним технологіям. Розглянуто систему імітаційного моделювання GPSS World, з метою моделювання роботи перевантажувального комплексу «Крани-панелевози». Розроблено імітаційну модель перевантажувального комплексу. Проведено розрахунок середнього часу завантаження і розвантаження панелевозів та коефіцієнти використання кранів, а також максимальної довжини черги на завантаження та розвантаження.

Ключові слова: перевантажувальний комплекс імітаційна модель, крани, панелевози, система масового обслуговування, імітаційне моделювання.

Вступ.

Транспорт є однією з найважливіших галузей економіки держави і належить до сфери виробництва матеріальних послуг. З урахуванням провідної ролі транспорту в ринковій економіці, управління транспортом виділяється в окремий блок, що одержав назву транспортна логістика [1, 2].

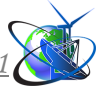
Транспортна логістика включає в себе ряд елементів, основними з яких є: вантаж; пункти зосередження вантажу; транспортна мережа; рухомий склад; навантажувально-розвантажувальні засоби; учасники логістичних процесів; тара та пакування.

Локальні технологічні процеси, що протікають у всіх ланках транспортної логістичної системи, мають ряд особливостей, які залежать від роду вантажу, виду транспорту і його структури, галузевої характеристики, стану елементів логістичного процесу. Основні резерви вдосконалення транспортно-логістичного процесу знаходяться в раціональній організації взаємодії учасників ланцюга доставки, у погодженні їх інтересів та пошуку взаємовигідних та придатних рішень.

Прогрес в галузі інформаційних технологій дає змогу значно підвищити ефективність транспортної логістики, а інформаційно-комп'ютерна підтримка посідає належне місце серед ключових логістичних функцій [3, 4].

Тому, в сучасних умовах, використання новітніх інформаційних технологій є одним з пріоритетних напрямків науки і має велике значення для розвитку та вдосконалення технологічних процесів при виконанні транспортних перевезень вантажів.

Метою даної статті є застосування сучасних комп'ютерних інформаційних технологій – комп'ютерної системи імітаційного моделювання GPSS World –



для моделювання роботи перевантажувального комплексу (ПК) “Крани – панелевози”. При цьому, перевантажувальний комплекс розглядається, як система масового обслуговування (СМО).

Основний текст.

Система імітаційного моделювання GPSS World. Імітаційне моделювання – це чисельний метод визначення параметрів функціонування різних систем по численних реалізаціях, з урахуванням імовірнісного характеру протікання процесу. Основою імітаційного моделювання є метод статистичних іспитів. Цей метод найбільш ефективний при дослідженні складних систем, на функціонування яких впливають випадкові фактори. Імітаційне моделювання є єдиним методом, що забезпечує як точний аналіз, так і візуальне представлення альтернативних варіантів і в принципі дозволяє відтворювати будь-який марковський процес з метою аналізу або оптимізації системи [5, 6].

Імітаційне моделювання дає можливість дослідження й імітації особливостей функціонування системи в будь-яких умовах. При цьому параметри системи й навколишнього середовища можна варіювати з метою визначення оптимального варіанта структури й одержання залежностей вихідних характеристик від зміни умов. Модель дозволяє легко реалізувати імітацію роботи системи при наявності випадкових параметрів або умов. Застосування методу імітаційного моделювання корисно у випадку, коли досліджувана система не піддається вивченню аналітичними методами, а пряме експериментування із системою виконати важко або недоцільно.

У світі програмного забезпечення, серед систем імітаційного моделювання, призначених для професійного моделювання найрізноманітніших процесів і систем, особливе місце займає система GPSS World (General Purpose Simulation System World - всесвітня система імітаційного моделювання загального призначення), та інша її модель - GPSS Studio [7, 8].

Система імітаційного моделювання GPSS World призначена для моделювання дискретних (в основному систем масового обслуговування) та безперервних систем і є досить ефективним інструментом імітаційного моделювання, вільним від обмежень аналітичних і чисельних методів, досить “прозорим”, що допускають нестандартну обробку даних і знімають із програміста безліч нетривіальних проблем програмування та налагодження моделей.

Система GPSS World містить у собі:

- різні типи об'єктів мови імітаційного моделювання GPSSW;
- мову програмування високого рівня PLUS (Programming Language Under Simulation - Мова програмування для моделювання) - невелика, але могутня процедурна мова програмування;
- багато блокових інструкцій (понад 50) і команди (понад 25) і більш 35 системних числових атрибутів;
- строкові, математичні, сервісні й інші процедури;
- функції типових розподілів.

Модель у системі GPSS World - це послідовність операторів моделювання. Оператор моделювання може бути або оператором GPSS World, або



процедурою мови PLUS. Система моделювання GPSS World основана на переходах вимог (транзактів) від блоку до блоку (від оператора до оператора) у певні моменти часу, що називається подією.

Кожна GPSS-модель складається з блоків і транзактів. Послідовність блоків GPSS-моделі відображає напрямки, у яких переміщаються транзакти. У GPSS концепція передавання керування від блока до блока має особливості. Як і всі мови моделювання, GPSS має внутрішній механізм передавання керування, який реалізується в модельному часі, що дає змогу відображати динамічні процеси в реальних системах. Керування від блока до блока передається за допомогою руху транзактів у модельному часі; звернення до підпрограм блоків відбувається через рух транзактів. Змістовне значення транзактів визначає розробник моделі. Саме він установлює аналогію між транзактами і реальними елементами системи, яка моделюється. Така аналогія ніколи не вказується інтерпретатору GPSS, вона залишається в уяві розробника моделей.

Система GPSS World досить проста й універсальна у застосуванні. Інтерфейс системи GPSS World максимально орієнтований на користувача. На рис. 1 показано головне вікно системи GPSS World. У першому рядку (рядку заголовка) головного вікна вказана назва вікна - GPSS World. У другому рядку розташовуються пункти головного меню, у третьому - стандартна панель інструментів. Нижній рядок головного вікна - рядок стану системи, у якому дається короткий опис виділеної команди.

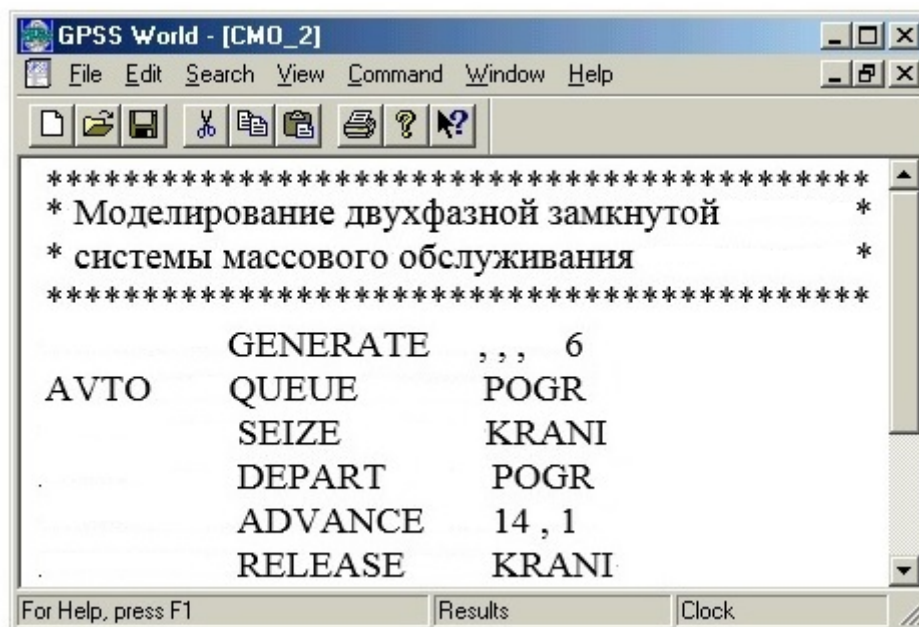


Рис. 1. Головне вікно системи GPSS World

У центрі головного вікна знаходиться вікно вихідної моделі системи GPSS World, яке призначене для ефективного розробки, перевірки і налагодження програм в GPSS World. Це вікно викликається автоматично при відкритті файлу з програмою на мові GPSS. Програму, що знаходиться у вікні моделі, можна відтранслювати і одержати необхідний результат. GPSS World дозволяє бачити процес імітації і взаємодіяти з ним за допомогою графічних вікон, багато з яких мають більше одного режиму. Десять вікон обновляються в



процесі моделювання, а інші є вікнами знімків (Snapshots), які дозволяють фіксувати миттєвий стан імітації.

Імітаційне моделювання дозволяє інтерпретувати стан транспортної системи у визначений момент часу, що ріднить його з фізичним експериментом. У цьому випадку характеристики транспортної системи оцінюються наближено шляхом обробки результатів моделювання системи.

Розробка імітаційної моделі перевантажувального комплексу.

Розглянемо роботу перевантажувального комплексу (ПК) “Крани – панелевози”. На дорожньобудівельному комбінаті (ДБК) кран завантажує панелі на панелевози, а на дорожньобудівельному об’єкті інший кран виконує розвантаження доставлених панелей. Відомий середній час завантажування машини краном на ДБК. Цей час становить 15 хв. Можливі відхилення від середнього часу становлять 1 хв. Середній час, необхідний для транспортування вантажу на дорожньобудівельний майданчик, становить 35 хв. А можливе відхилення від цього часу - 2 хв. Відомий середній час розвантаження панелевоза іншим краном на дорожньобудівельному майданчику, він становить 10 хв. Можливе відхилення від цього часу - 1 хв. Середній час, необхідний для повернення машини на ДБК, становить 30 хв, а можливе відхилення від нього - 2 хв. Число машин, зайнятих доставкою панелей на дорожньобудівельний майданчик, дорівнює 6.

Оскільки машини повертаються в систему, то ми маємо замкнуту виробничу систему. Кожна вимога - машина - проходить дві фази обслуговування: навантаження й розвантаження. Таким чином, ми маємо двофазну систему обслуговування.

Розглянемо ПК, як багатофазну замкнуту систему масового обслуговування (СМО) з необмеженим часом очікування в черзі на обслуговування [9, 10]. Така СМО характеризується наступними особливостями:

- потік вимог ординарний;
- потік вимог без післядії;
- потік вимог стаціонарний.

Необхідно змоделювати процес функціонування такої системи на протязі робочої зміни, яка дорівнює 8 год. = 480 хв. і визначити основні її характеристики:

- коефіцієнти використання першого й другого каналів обслуговування;
- середній час перебування вимог (машин) у каналах;
- максимальний вміст (довжину) черги, тобто число машин, що очікують навантаження й розвантаження (найбільше з можливих);
- середній вміст (довжину) черги, тобто середнє число машин, що очікують обслуговування (навантаження, розвантаження);
- загальне число входів у чергу, тобто надходжень машин на обслуговування протягом зміни;
- середній час перебування машин у чергах.

Реалізації процесу роботи СМО моделюються на комп’ютері за допомогою серій випадкових або псевдовипадкових величин. Усереднення результатів



моделювання за часом функціонування моделі, або числу реалізацій процесу, дозволяє методами математичної статистики одержати шукані характеристики системи.

Імітаційна модель СМО - це модель, що відображає поведінку системи і зміни її стану в часі при заданих потоках вимог, що надходять на входи системи. Параметри входних, потоків вимог - зовнішні параметри СМО. Вихідними параметрами є величини, що характеризують властивості системи і якість її функціонування. Імітаційне моделювання дозволяє досліджувати СМО при різних типах входних потоків і різної інтенсивності надходження вимог у систему, а також різних дисциплінах обслуговування вимог.

Особливості моделювання даної системи полягають у наступному [7, 10].

1. На дорожньобудівельному комбінаті кран завантажує панелі на панелевози. Оператор **GENERATE** використовується для формування числа машин, які обслуговує кран. Цей режим використання оператора **GENERATE** припускає, що поля А, В, С залишаються порожніми, тобто ставляться відповідно три коми, потім у полі операнда D вказується число машин, які повинен обслуговувати кран.

2. Машини доставляють панелі на дорожньобудівельний майданчик, на якому проводиться їхнє розвантаження. Машини після розвантаження панелей знову вертаються на ДБК на завантаження. Повернення машини в систему відбувається при входженні її в оператор **TRANSFER**, що використовується в режимі безумовної передачі:

TRANSFER ,AVTO

3. Час повернення машини на ДБК моделюється оператором **ADVANCE**:

ADVANCE 30 , 2

4. Повернення машин у систему виконується доти, поки час моделювання не перевищить час моделювання системи. Визначення часу моделювання оснований на використанні простої моделі виміру часу, що складається із трьох операторів:

GENERATE 480

TERMINATE 1

START 1

Цей сектор моделює час роботи системи протягом робочої зміни, яка дорівнює 480 хв.

Моделювання потоку машин починається за допомогою оператора **GENERATE** (Генерувати) - у ньому визначається число машин, які будуть працювати в системі. У нашому прикладі він буде виглядати так:

GENERATE , , , 6

Число працюючих машин вказується в полі операнда D.

Далі панелевіз (вимога) встає в чергу для завантаження. Це можна промоделювати оператором **QUEUE** (Черга), що тільки в сукупності з відповідним оператором **DEPART** (Вийти) збирає статистичну інформацію про роботу черги, що моделюється.

У нашому прикладі оператор **QUEUE** буде виглядати так:

QUEUE POGR



У полі операнда А дається символічне або числове ім'я черги. Дамо нашій черзі ім'я **POGR** (Навантаження). Бажано, щоб присвоюване ім'я, відображало суть описуваного елемента системи. Виходячи з логіки, машина може вийти із черги тільки тоді, коли звільниться кран (канал обслуговування). Для цього вводиться оператор **SEIZE** (Зайняти), що визначає зайнятість каналу обслуговування, і при звільненні останнього вимога, що перебуває спереду, виходить із черги і йде в канал на обслуговування. Це може виглядати так:

SEIZE KRA1

У полі операнда А дається символічне або числове ім'я каналу обслуговування. У нашому завданні каналу дане ім'я **KRA1** (Кран). Бажано, щоб присвоюване ім'я, також відбивало суть описуваного елемента системи.

Вихід машини із черги фіксується оператором **DEPART** з відповідною назвою черги. У нашому прикладі це буде виглядати так:

DEPART POGR

Далі необхідно змоделювати час навантаження машини, яка безпосередньо обслуговується краном. Цей час у нашому прикладі становить 15 ± 1 хв. Для моделювання цього процесу використовується оператор **ADVANCE** (Затримати), що у нашому завданні буде виглядати так:

ADVANCE 15,1

Після навантаження (обслуговування) машини краном системі повинне бути послане повідомлення про звільнення каналу обслуговування. Це робиться за допомогою оператора **RELEASE** (Звільнити), що у нашому завданні записується так:

RELEASE KRA1

Потрібно особливо підкреслити, що парні оператори **QUEUE** і **DEPART** для кожної черги повинні мати те саме, але своє унікальне ім'я. Це ж відноситься й до операторів **SEIZE** і **RELEASE**.

Після завантаження краном панелевіз направляється на дорожньобудівельний майданчик до місця розвантаження, де також можлива черга. Панелевіз (вимога) встає в чергу для розвантаження. Це можна промоделювати оператором **QUEUE**, що у нашому прикладі буде виглядати так:

QUEUE RAZGR

У полі операнда А дається символічне або числове ім'я черги. Дамо нашій черзі ім'я **RAZGR** (Розвантаження). Машина може вийти із черги тільки тоді, коли звільниться кран (канал обслуговування). Для цього вводиться оператор **SEIZE**, що визначає зайнятість каналу обслуговування, і при звільненні останнього вимога, що перебуває спереду, виходить із черги і йде в канал на обслуговування. Це може виглядати так:

SEIZE KRA2

У полі операнда А дається символічне або числове ім'я каналу обслуговування. У нашому завданні каналу дане ім'я **KRA2**.

Вихід машини із черги фіксується оператором **DEPART** з відповідною назвою черги. У нашому прикладі це буде виглядати так:

DEPART RAZGR



Далі повинен бути промодельований час розвантаження машини краном. Цей час у нашому прикладі становить 10 ± 1 хв. Для моделювання цього процесу використовується оператор **ADVANCE**, що у нашому завданні буде виглядати так:

```
ADVANCE 10,1
```

Після розвантаження (обслуговування) машини краном системі повинне бути послане повідомлення про звільнення каналу обслуговування. Це робиться за допомогою оператора **RELEASE**, що у нашому завданні записується так:

```
RELEASE KРАН2
```

Далі використовується оператор **TRANSFER** для повернення панелевоза на ДБК, наприклад, так:

```
TRANSFER ,AVTO
```

Мітка AVTO визначає оператор, до якого направляється вимога. У нашому завданні це оператор **QUEUE**, що вже був використаний раніше. І в нашому прикладі він був записаний так:

```
AVTO QUEUE POGR
```

Остаточна програма буде мати такий вигляд.

```

AVTO    GENERATE    , , , 6
        QUEUE       POGR
        SEIZE        KРАН1
        DEPART       POGR
        ADVANCE      15 , 1
        RELEASE      KРАН1
        ADVANCE      35 , 2
*****
        QUEUE       RAZGR
        SEIZE        KРАН2
        DEPART       RAZGR
        ADVANCE      10 , 1
        RELEASE      KРАН2
        ADVANCE      30 , 2
        TRANSFER     , AVTO
*****
        GENERATE     480
        TERMINATE    1
        START        1

```

Проведення моделювання роботи перевантажувального комплексу. Перед початком моделювання потрібно встановити вивід тих параметрів, які необхідно одержати в процесі моделювання. У нашому прикладі буде виведена інформація з наступних об'єктів:

- **Facilities** (Канали обслуговування);
- **Queues** (Черги);
- **Savevalues** (Величини, що зберігаються).



Після створення імітаційну модель необхідно відтранслювати і запустити на виконання. В імітаційній моделі є керуюча команда **START**, отже, вихідна імітаційна модель буде транслюватися, і якщо в ній немає помилок, то почнеться процес моделювання системи. Результати моделювання представлені у вікні **REPORT** (Звіт), показаному на рис. 2.

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.8.1

Wednesday, November 24, 2021 22:05:51

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	480.000	16	2	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
KRAN1	31	0.975	15.097	1	0	0	0	0	0
KRAN2	30	0.593	10.160	1	0	0	0	0	0

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
POGR	5	0	31	7	0.648	10.027	12.951	0
RAZGR	1	0	30	28	0.000	0.000	0.000	0

For Help, press F1 Report is Complete. Clock

Рис. 2. Вікно REPORT з результатами моделювання

У верхньому рядку вказується:

- START TIME (Початковий час) – 0.000;
- END TIME (Час закінчення) – 480.000;
- BLOCKS (Число блоків) – 16;
- FACILITIES (Число каналів обслуговування) – 2;
- STORAGES (Число накопичувачів) – 0.

Нижче вказуються результати моделювання каналів обслуговування (FACILITY) відповідно під іменами KRAN1 і KRAN2:

- ENTRIES (Число входів) – 31, 30;
- UTIL. (Коеф. використання) - 0.975, 0.593;
- AVE. TIME (Середній час обслуговування) – 15.097, 10.160;
- AVAIL. (Доступність) - 1, 1;

Ще нижче вказуються результати моделювання черг (QUEUE) відповідно під іменами POGR і RAZGR:

- MAX (Максимальний вміст) – 5, 1;
- CONT. (Поточний вміст) - 0, 0;
- ENTRY (Число входів) – 31, 30;
- ENTRY(0) (Число нульових входів) – 7, 28;
- AVE.CONT. (Середнє число входів) - 0.648, 0.000;
- AVE.TIME (Середній час) – 10.027, 0.000;
- AVE.(-0) – 12.951, 0.000;
- RETRY – 0,0.



З результатів моделювання видно, що за час моделювання перевантажувального комплексу протягом робочої зміни, яка дорівнює 480 хв., на дорожньобудівельному комбінаті було завантажено панелями 31 машину. Середній час завантаження одного панелевоза краном на ДБК становить 15.097 хв. Коефіцієнт використання навантажувального крана дорівнює 0.975. Максимальна довжина черги на завантаження становить 5 машин. Середній час чекання в черзі на завантаження дорівнює 10.027 хв.

На дорожньобудівельному майданчику, на протязі робочої зміни, було розвантажено 30 машин. Середній час розвантаження одного панелевоза становить 10.160 хв. Коефіцієнт використання розвантажувального крана дорівнює 0.593. Максимальна довжина черги на розвантаження становить 1 машину.

Висновки.

1. Розроблена імітаційна модель роботи перевантажувального комплексу “Крани – панелевози”, яка в рамках теорії масового обслуговування, розглядається як багатофазна замкнута СМО, з необмеженим часом очікування в черзі на обслуговування.

2. Проведено моделювання перевантажувального комплексу, в системі імітаційного моделювання GPSS World, та визначені його основні характеристики:

- середній час завантаження та розвантаження панелевозів кранами;
- коефіцієнти використання кранів при виконанні навантажувальних та розвантажувальних робіт;
- максимальна довжина черги при навантаженні та розвантаженні панелевозів.

3. Отримані результати показали, що імітаційний метод моделювання є ефективним методом, для аналізу роботи перевантажувального комплексу “Крани – панелевози”, як елемента логістичної транспортної системи.

Література:

1. Миротин Л.Б. Управление грузовыми потоками в транспортно-логистических системах / Л.Б. Миротин, В.А. Гудков, З.З. Зырянов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2019. – 704 с.
2. Еловой И.А. Интегрированные логистические системы доставки ресурсов: (теория, методология, организация) / И.А. Еловой, И.А. Лебедев. – Минск: Право и экономика, 2018. – 460 с.
3. Щербаков В.В. Автоматизация бизнес-процессов в логистике / В.В. Щербаков, А.В. Мерзляк, Е.О. Коскур-Оглы. – М.: Питер, 2016. – 464 с.
4. Сергеев В.И. Логистика. Информационные системы и технологии / В.И. Сергеев, М.Н. Григорьев, С.А. Уваров. – М.: Альфа-пресс, 2017. – 608 с.
5. Булыгина О.В. Имитационное моделирование в экономике и управлении: учебник / О.В. Булыгина, А.А. Емельянов, Н.З. Емельянова. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 592 с.
6. Акопов А.С. Имитационное моделирование: учебник и практикум / А.С. Акопов. – М.: Юрайт, 2019. – 389 с.



7. Воробейчиков Л.А. Моделирование систем массового обслуживания в среде GPSS World: учебн. пособие / Л.А. Воробейчиков, Г.К. Сосновиков. – М.: КУРС, 2019. – 272 с.

8. Девятков В.В. Имитационные исследования в среде моделирования GPSS STUDIO: учеб. пособие / В.В. Девятков, Т.В. Девятков, М.В. Федотов. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 283 с.

9. Просветов, Г.И. Математические методы в логистике. Задачи и решения / Г.И. Просветов. – М.: Альфа-пресс, 2017. – 304 с.

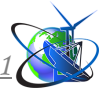
10. Кирпичников, А.П. Методы прикладной теории массового обслуживания / А.П. Кирпичников, А.М. Елизаров. – Изд. 2-е, доп. – М.: ЛЕНАНД, 2018. – 223 с.

Abstract. The article is devoted to modern computer information technologies. The system of the imitation design GPSS World is considered, with the purpose of work design of the reloading complex. A simulation model of the reloading complex has been developed. The calculation of the average time of loading and unloading of panel trucks and the utilization factors of cranes, as well as the maximum length of the queue for loading and unloading.

Keywords: reloading complex, simulation model, cranes, panel trucks, queuing system, simulation modeling.

Стаття відправлена: 18.06.2022 р.

© Дехтярук М.Т.



UDC 656.11.05

THE PROCESS OF TRAFFIC DELAYS FORMATION AT A REGULATED INTERSECTION DURING CONGESTION

ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ ЗАДЕРЖЕК ТРАНСПОРТА НА РЕГУЛИРУЕМОМ ПЕРЕКРЕСТКЕ ПРИ ПЕРЕГРУЗКЕ

Dauhulevich V. A. / Довгулевич О.А.

Senior Lecturer / старший преподаватель

ORCID: 0000-0002-3049-1387

Abstract. Delays (loss of time) of transport due to reduced speed or forced downtime on the street and road network can be attributed to economic losses. The article deals with the process of formation of internal delays of transport during congestion.

Keywords: signalized intersections, traffic delays, lane congestion, saturation factor, first stop-line, conditional second stop-line.

Introduction

Currently, the Belarusian National Technical University (BNTU) has developed a methodology for assessing the quality of traffic on a given section of the street and road network. An integral part of this technique is the calculation of specific transport delays (per 1 vehicle) with the lane load factor value. Calculations are performed both for vehicles stopped at the first stop line and for vehicles stopped at the conditional second and conditional third stop lines.

The conditional second stop line is formed by a turning car that stopped in the first (right-turning) lane and hinders the movement of other cars in this lane (both transiting and right-turning). The conditional third stop line is located directly in front of the crosswalk. In case of a conflict left turn conditional second stop line is formed by a turning car (from the leftmost lane), which stopped to pass the main transit flow of the opposite direction. The conditional third stop line is located directly in front of the crosswalk.

Calculations according to this methodology are valid if the ratio of the intensity of arriving traffic to the capacity of a given lane (stop line, intersection) is less than unity. If this ratio is greater than unity, the length of the queue of cars in front of the intersection increases indefinitely. The lane load factor exceeds the value of 0,93 (normative permissible value). Congestion is such a short- or medium-term condition of a conflict object, when incessant queues of vehicles are formed on separate lanes or directions. In such a case $X > 0,93$. The BNTU methodology is accepted to calculate the specific traffic delay for the peak period by the Brilon and Wu's formula [1, 2]:

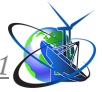
$$d = \frac{C \cdot (1 - \lambda)^2}{2 \cdot (1 - \lambda \cdot X)} + \frac{N_o}{q_n \cdot \lambda} \quad (\text{sec/veh}), \quad (1)$$

where C – cycle length (sec);

λ – the fraction of the green signal in the cycle. Calculated by the formula

$$\lambda = \frac{t_z}{C}, \quad (2)$$

where t_z – effective green time (sec);



q – arrival rate (veh/sec);

X – degree of saturation (flow to capacity ratio). Calculated by the formula

$$X = \frac{q}{q_H \cdot \lambda}, \quad (3)$$

where q_H – saturation flow (veh/sec).

According to Brilon and Wu [1, 2], in the presence of congestion with the degree of saturation $X_o < X < 1,14$ queue length (veh/sec) at the intersection at the end of the green light is calculated by the formula

$$N_o = 524 \cdot \frac{T_o}{3600} \cdot q_H \cdot \lambda \cdot \left[1,09 \cdot X - 1 + \sqrt{(1 - 1,09 \cdot X)^2 + \frac{(1,09 \cdot X - X_o) \cdot 3600}{175 \cdot q_H \cdot \lambda \cdot T_o}} \right], \quad (4)$$

and when $X > 1,14$

$$N_o = 900 \cdot \frac{T_o}{3600} \cdot q_H \cdot \lambda \cdot \left[X - 1 + \sqrt{(1 - X)^2 + \frac{(X - 0,92 \cdot X_o - 0,08) \cdot 3600}{300 \cdot q_H \cdot \lambda \cdot T_o}} \right]. \quad (5)$$

where T_o – duration of the peak period, h;

X_o – the maximum degree of saturation, above which congested cycles will be expected. Calculated by formula

$$X_o = 0,67 + 0,001667 \cdot q_H \cdot t_z. \quad (6)$$

However, the calculation in this case will be correct only for the external overload occurring at the first stop line. And at the internal overload arising at the conditional second and third stop-lines, the calculations will not be correct, because the reference to the Brilon and Wu's formula in this case is conditional.

Statement of basic materials

In order to consider the process of occurrence of overloading at the intersection at one of the inputs, we should refer to Figures 1 and 2.

Conditional second stop-line

First stop-line

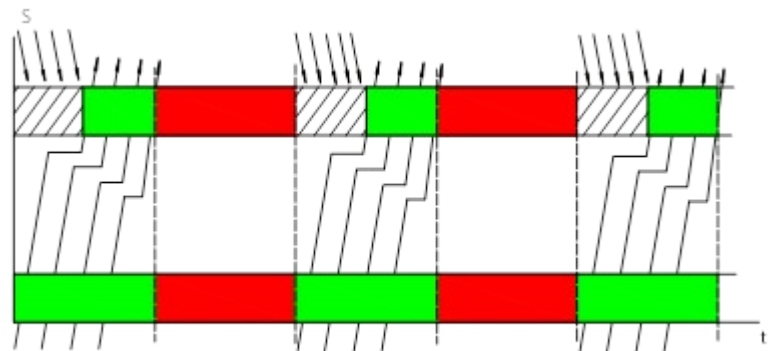


Figure 1 – t-S diagram of overcoming the first and conditional second stop-lines left-turn flow at the regulated intersection at lane load factor $X < 0,93$

Authors' development

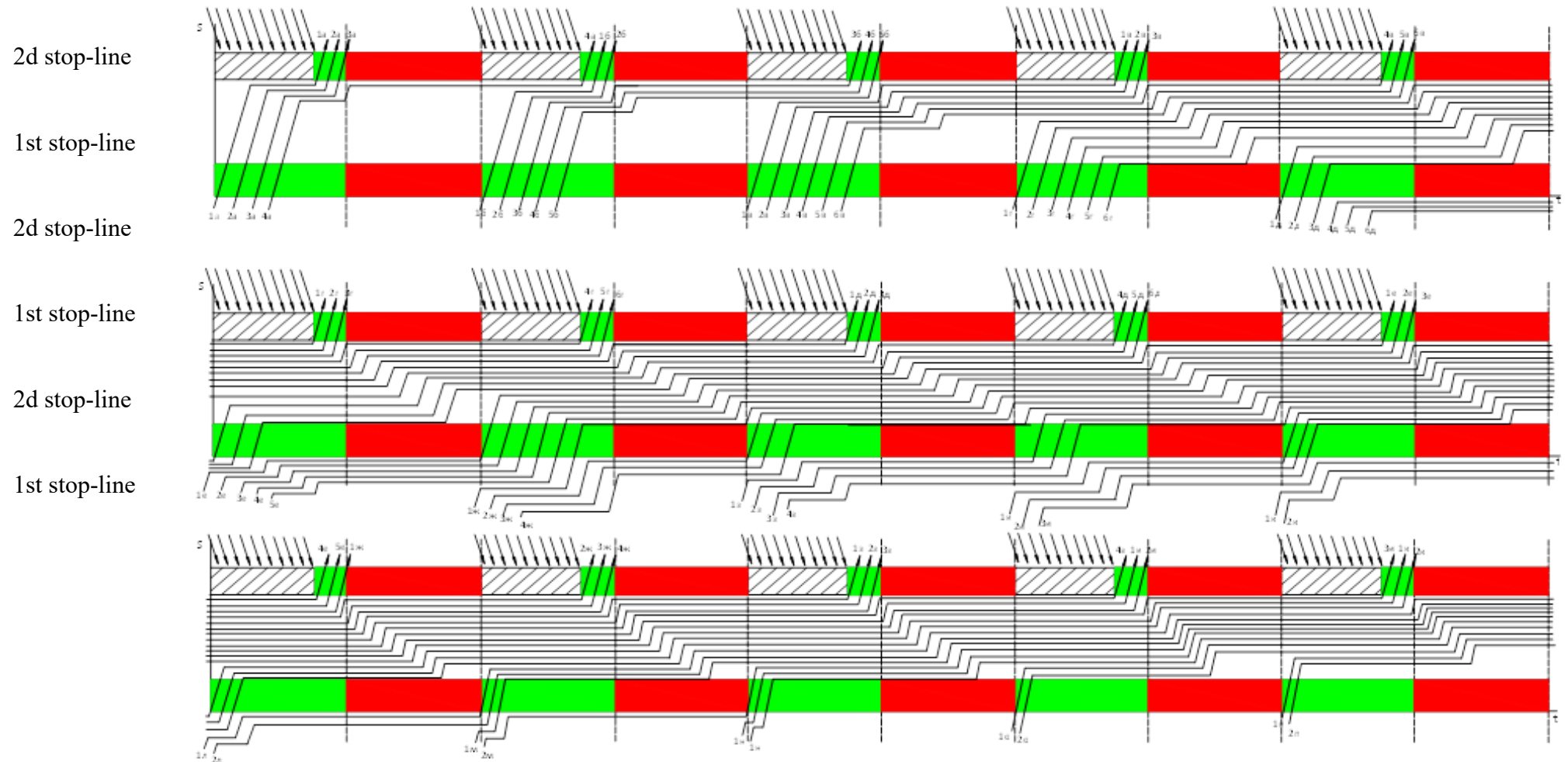


Figure 2 – t-S diagram of overcoming the first and conditional second stop-lines by left-turn traffic at a regulated intersection under under congestion conditions

Authors' development



Figure 1 shows the t-S diagram of overcoming of the first and conditional second stop-lines by the left-turn flow at the regulated traffic light object with the lane load factor $X < 0,93$ (the turning flow is considered, since it causes the most questions; in this particular case the conditional third stop-line is not considered, since it is assumed that by the time the "dissolution" of the queue at the conditional second stop-line begins, pedestrians will leave the intersection). This diagram shows that in each of the three traffic light cycles the number of vehicles arriving at the entrance of the intersection is equal to the number of vehicles leaving the intersection in the same traffic light cycle.

Figure 2 shows the process of queue growth at stop-lines, leading to congestion, and the moment of "dissolving" of the queue. It is conventionally assumed that in one traffic cycle the conditional second stop line can pass no more than three cars. In the first cycle the first stop line is four cars, and the conditional second – only three. Therefore, the fourth car remains for the second cycle. In the second cycle, the five cars arriving become in line behind the fourth car from the first cycle. In the second cycle, the fourth car from the first cycle, the first and second cars from the second cycle pass, and the third, fourth and fifth cars from the second cycle remain for the third cycle at the conditional second stop line until it is "overloaded". Figure 2 shows that already in the sixth cycle the cars arriving to the first stop line cannot cut it off. The queue does not have time to eliminate in cycles, so it will grow until the eighth cycle, and in the tenth cycle it will go down.

Figure 3 shows the shape of the distribution of the length of the queue of cars stopped in front of the first and conditional second stop-lines.

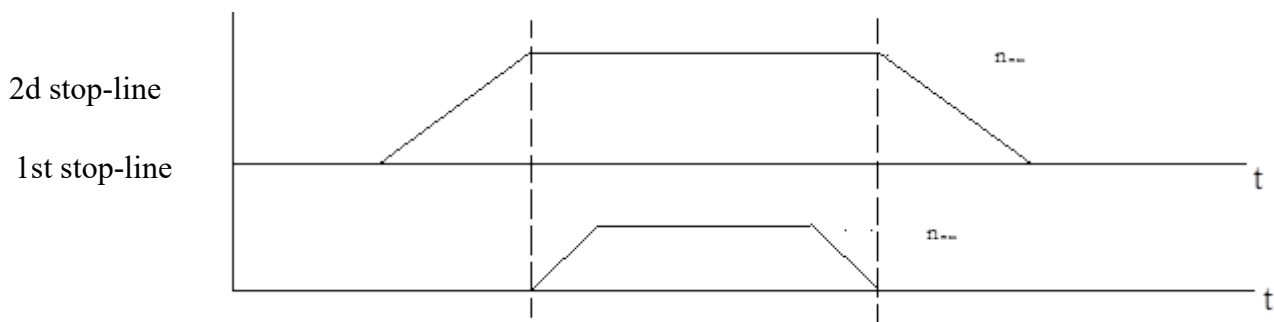


Figure 3 – The form of distribution of the number of cars (queue length), stopped before the first and conditional second stop lines at the controlled traffic light object during the overloading

Authors' development

Conclusions

The total specific traffic delay during congestion will consist of the specific traffic delay at the first stop line, calculated by Brilon and Wu's formula, and the specific traffic delay at the conditional second stop line, which still needs to be determined.

**References:**

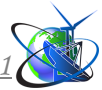
1. Vrubel, Yu.A. Traffic characteristics: educational and methodological manual for students of the specialty 1-44 01 02 Traffic management / Yu.A. Vrubel – Minsk. : BNTU, 2007. – 268 pages (in Russian).
2. Dauhulevich V.A. Models for calculating specific transport delays at a signalized intersection // Modern Engineering and Innovative Technologies, Iss. 20, Part 2. – Karlsruhe, Germany: Sergeieva&Co, 2022. – P. 21-25.

Аннотация. Задержки (потери времени) транспорта из-за снижения скорости движения или вынужденных простоев на улично-дорожной сети можно отнести к экономическим потерям. В статье рассматривается процесс образования внутренних задержек транспорта при перегрузке.

Ключевые слова: регулируемые перекрестки, задержки транспорта, загрузка полосы движением, коэффициент насыщения, первая стоп-линия, условная вторая стоп-линия.

Article submitted: 24.06.2022

© Dauhulevich V. A.



УДК 656.07

SYSTEM ENGINEERING, INTELLECTUALIZATION AND VIRTUALIZATION IN ERGATIC SYSTEMS, AND THEIR DEVELOPMENT СИСТЕМОТЕХНІКА, ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ТА ВІРТУАЛІЗАЦІЯ У ЕРГАТИЧНИХ СИСТЕМАХ, ТА ЇХ РОЗВИТОК

Kirkin O.P. / Кіркін О.П.

c.t.s., docent/ к.т.н., доц.

Kirkina T.Y. / Кіркїна Т.Ю.

senior lecturer / старший викладач

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

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

Анотація. Робота транспортних систем пов'язані з великою кількістю активних елементів довкілля, тому більшість таких систем є ергатичними, і контролюються оператором чи ЛПР. Таким чином, розвиток та вдосконалення транспортних систем нерозривно пов'язане з розвитком інтерфейсу взаємодії технологічної системи та людини. Дослідження логістичних принципів, економічного підходу до розвитку транспортних систем, їхньої віртуалізації та інтелектуалізації призвело до висновку, що основою подальшого розвитку є системотехнічний підхід, заснований на математичній логіці.

Ключові слова: ергатична система, інтелектуалізація, логістика, віртуалізація, системотехніка, транспортна система, система управління.

Вступ.

Транспортні системи, крім випадків надзвичайних ситуацій та роботи в умовах неактивного або захищеного довкілля, є ергатичними за своєю сутністю. Завжди необхідна наявність контролюючого органу, але за умов підвищеної небезпеки, людини, чи активного виробництва, альтернативи людині як ЛПР немає.

Заснований на нейронних мережах штучний розум не є передбачуваною системою, як будь-які інші системи автоматичного управління. На даний момент творчість, мотивація та інтуїція, а також майстерність та геніальність машинним автоматичним системам не доступні. Не кажучи вже про такі якості, як співчуття, співпереживання, духовність і сумніви.

Саме тому інтелектуалізація та віртуалізація на транспортних системах походить з медичних та психологічних понять, і оперує насамперед ними.

Таким чином, не може бути розвиток даних понять в ергатичних системах, без розгляду інтерфейсу взаємодії людини та машини, технології чи системи. Найкращим інтерфейсом взаємодії є системотехнічний підхід, який охоплює всі сучасні способи взаємодії та підходів, включаючи логістичний та математичний.

Логістика, що тривалий час розглядалася без кореневого слова логіка, через спрощення економічного підходу до роботи всіх технологічних та транспортних систем, зокрема. Однак відхід від математичної основи логістики призвів до тупикового етапу її розвитку з переходом до управління ланцюгами поставок.

Даний перехід є чим іншим як пошуком втраченого системотехнічного



підходу в логістиці, заснованого на математичній логіці. Тому метою даної публікації є розкриття системотехнічного підходу заснованого на логістичних принципах та математичному підході, вираженому в інтелектуалізації та віртуалізації технологічних процесів в ергатичних транспортних системах.

Розгляд же автоматичних систем є приватним вирішенням подібних завдань на транспорті, безпосередньо залежним від розвитку комп'ютерних технологій позиціонування та розпізнавання, що під силу нейронним та експертним методам штучного інтелекту.

Джерело: [1-9]

Основний текст.

Основною проблемою розвитку ергатичних систем є відсутність психологічних методів організації роботи. Існує ряд робіт у яких у вигляді нечіткостей представлені досвід та підготовленість ЛПР, а також параметри психологічного впливу на експертну систему, що якраз підтверджує гіпотезу, що найбільш оптимальним методом організації роботи ергатичних систем є нечіткий висновок та лінгвістичні змінні. Однак ці параметри на даний момент занадто розмиті і є певною нечіткістю психологічного аспекту роботи ЛПР.

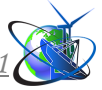
Слід зауважити, що справді ЛПР не можуть бути універсальними у всіх галузях науки і техніки, а можливо, і не підготовленими до виконання призначених завдань, незважаючи на досвід робіт. Так програміст ніяк не зможе регулювати транспортний рух без допомоги фахівця з транспорту, хоча можливий досвід його робіт з проектування програмного забезпечення світлофорів дуже великий, але завжди є область, яка не була розглянута раніше. Таким чином, ЛПР необхідно розглядати як систему з нечіткими знаннями у всіх галузях науки та техніки, з необхідністю додаткового навчання, здобуття досвіду або комп'ютерного супроводу.

Комп'ютерний супровід дозволить обробляти частину інформації, пов'язану з рутинними розрахунками або фізичними явищами автоматично, не навантажуючи ЛПР додатковою інформацією. Згодом за достатнього накопичення баз знань, буде ширитися коло завдань автоматичного управління, за необхідного рівня безпеки виробничих систем. Для вирішення поставлених завдань використовується системотехнічний підхід, до роботи виробничих систем, до яких входить і транспортна система, та її довкілля.

Даний підхід забезпечить взаємодію незалежних елементів, з різними знаннями та захопленнями, з отриманням максимального синергетичного ефекту. Допустимо створення та використання того ж добового плану графіка допускає взаємодію осіб, які лише частково знайомі з його елементами.

Тобто, це створення логістичної системи, в якій взаємодіють незалежні елементи, з різним ступенем знань, але з урахуванням інтерфейсу взаємодії, що недостатньо вивчено навіть в інформаційній та віртуальній логістиці, та математичних методів взаємодії, заснованих на методах інтелектуалізації, в основному нечіткого висновку.

Нечіткі множини математично ще не доведені до промислового використання непідготовленими користувачами. Як, наприклад, системи масового обслуговування, елементи теорії ймовірностей та імітаційного



моделювання мають програмні рішення, що дозволяють моделювати технологічний процес непідготовленими користувачами, без навичок програмування та математичного моделювання.

При цьому, системотехнічний підхід, дасть можливість подальшого розвитку логістики, за рахунок дотримання економічних і математичних теорій, в єдиній критеріальній системі з чисельно зростаючими правилами логістики, які в деяких випадках несуть інформацію невизначеного характеру (більше, краще, ефективніше, оптимально, точно, всі вимоги, надійніше). Будь-який невизначений критерій при цьому може бути вирішений досить великою кількістю способів і методів, з різними показниками та параметричними обмеженнями. Таким чином, на даному етапі логістичного підходу, логіст повинен мати великі знання у програмуванні, транспортних технологіях, економіці підприємств, юридичних основ роботи виробничих систем, а також математики та фізики. Тому навіть навчання подібних логістів потребує системного (для людини) та системотехнічного (для системи освіти) підходу.

Важливо виділити, що без розвитку інформаційних технологій, методів віртуалізації та інтелектуалізації неможливо досягти нового етапу (рівня) використання логістичного підходу. Віртуалізація дозволяє зв'язати незалежні підприємства, обробляти віддалені ресурси, що необхідно для розвитку баз знань і накопичення досвіду робіт, а також для параметричного відображення віддалених об'єктів у математичних моделях.

Інтелектуалізація необхідна насамперед як імітаційний метод побудови виробничих систем, виходячи з отриманих даних, і накопичених знань. Є основою для автоматизації роботи ЛПР в умовах нечіткості та невизначеності в параметрах довкілля, а відповідно і основою для створення інтерфейсу взаємодії елементів у системотехнічних ергатичних виробничих (транспортних) системах.

Система управління у разі складатиметься з дворівневого контролю роботи виробничих, зокрема і транспортних, систем. Це рівень автоматичного контролю заснованого на методах інтелектуалізації та рівень людського контролю та вибору альтернативних варіантів роботи виробничих (транспортних) систем.

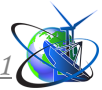
Надалі необхідно вивчити питання ступеня автономності систем для прийняття рішень та способи створення світових баз знань для прийняття автономних рішень транспортними системами.

Висновки.

Було розглянуто питання системотехнічного підходу для роботи ергатичних транспортних систем, з елементами віртуалізації та інтелектуалізації.

Було запропоновано технологію системотехнічної побудови ергатичних транспортних систем, з використанням методів віртуалізації та інтелектуалізації, для підвищення рівня їхньої безпеки та автоматизації.

Були отримані нові напрями подальшого розвитку логістичних транспортних систем та їх систем управління.

**Література:**

1. Russell, J. Intelligent transportation system / Jesse Russell // – VSD. – 2012. – 110 p.
2. Інтелектуалізація діяльності підприємства: основні визначення і поняття / С. Я. Кісь // «Молодий вчений». – 2015. - №3 (18). – С. 72-76.
3. Інформаційні технології в технічній експлуатації автомобілів : навч. посіб. / [кол. авт.: В. П. Волков, В. П. Матейчик, П. Б. Комов та ін. ; за ред. В. П. Волкова] ; Харків. нац. автомобільно-дорож. ун-т. – Харків : ХНАДУ, 2015. – 388 с.
4. Григорак М.Ю. Інтелектуалізація ринку логістичних послуг: концепція, методологія, компетентність: монографія / М.Ю. Григорак. – К.: Сік Груп Україна, 2017. – 516 с.
5. Tyrva V.O. Automation Elements of Mental Activity and Actions of Human Operator in Ergatic System “Man-Machine” / V.O. Tyrva, A.V. Saushev, O.V. Shergina // 2018 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). — IEEE, 2018. — Pp. 1–5.
6. Швецова В.І. Аналіз людської надійності ергатичних систем контролю об'єктів підвищеної небезпеки // Вісник СевНТУ. Сер. Механіка, енергетика, екологія: зб. наук. пр. – Севастополь, 2014. – Вип. 147/2014. – С. 151–156.
7. O. Granichin, V. Volkovich, D. Toledano-Kitai, "Randomized Algorithms in Automatic Control and Data Mining" in Intelligent Systems Reference Library / O. Granichin, V. Volkovich, D. Toledano-Kitai // Heidelberg New York Dordrecht London: Springer-Verlag, vol. 67. – 2015. – 251p.
8. Sussman J. S. Perspectives on Intelligent Transportation Systems (ITS) / Joseph S. Sussman // – Springer. –2005. – 229 p.
9. Mogre, R. Intelligent Transportation Systems: A Private Organizations Perspective / Riccardo Mogre // LAP Lambert Acad. Publ. – 2010. – 156 p.

Abstract. *The operation of transport systems is associated with a large number of active elements of the external environment, so most of these systems are ergatic and are controlled by the operator or decision maker. Thus, the development and improvement of transport systems is inextricably linked with the development of the interaction interface between a technological system and a person. The study of logistics principles, economic approach to the development of transport systems, their virtualization and intellectualization, led to the conclusion that the basis for further development is a system-technical approach based on mathematical logic. At the same time, the main mathematical apparatus is the methods of virtualization and intellectualization, which can perform some of the functions of a decision maker and automate the management processes of independent enterprises in conditions of fuzziness and uncertainty of external influences. Thus, it is possible to reduce the requirements for the level of knowledge of decision makers, but at the same time increase the efficiency of the ergatic transport system.*

Key words: *ergatic system, intellectualization, logistics, virtualization, systems engineering, transport system, management system.*

Стаття відправлена: 25.06.2022 р.

© Кіркін О.П.

© Кіркїна Т.Ю.



УДК 504:633.06

HUMAN SAFETY - DETECTION AND ASSESSMENT OF THE CHEMICAL SITUATION AFTER THE ACCIDENT AT THE DANGEROUS CHEMICALS OUTFLOW

БЕЗПЕКА ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ – ВИЯВЛЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ОБ'ЄКТИ З ВИЛИВОМ НХР

Kudriawytzka A.N. / Кудрявицька А.М.

с.а.с. ., as.prof/ к.с.-н.г., доц

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2888-1981>

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. Хімічний захист населення включає заходи щодо виявлення та оцінки хімічної обстановки, організацію та здійснення хімічного контролю, забезпечення населення засобами індивідуального та колективного захисту, організацію та проведення спеціальної обробки.

Ключові слова. Хімічна обстановка, захист населення, знезаражування, аварія, здоров'я людей, навколишнє середовище.

На об'єктах господарювання є великий асортимент хімічних речовин, токсичних, шкідливих для здоров'я людей, тварин і небезпечних для навколишнього середовища. Певні види НХР, що знаходяться у великих кількостях на підприємствах, які їх виробляють або застосовують, на складах, сільськогосподарських об'єктах і підприємствах переробної промисловості, багато їх перевозять транспортом [1].

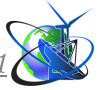
При виробничих аваріях або стихійних лихах НХР можуть потрапляти в навколишнє середовище і стати причиною ураження людей, тварин, рослин і зараження навколишнього середовища.

Зараження НХР місцевості, кормів, продуктів і води буде залежати від речовини, яка потрапила після аварії в навколишнє середовище, стану її на момент застосування чи аварійного випадання (газ, пара, аерозоль), а також від характеру місцевості, виду продуктів, кормів і умов, у яких вони знаходилися (склади, поле та ін.). Особливо небезпечне зараження речовинами, які можуть проникати на певну глибину, тривалий час зберігати уражаючу дію, небезпечну для людей і тварин [2].

У разі випадання небезпечних речовин на лісові насадження хімічні речовини можуть тривалий час залишатися в кронах, на лісовій підстилці, ґрунті, роблячи небезпечним навколишнє середовище. У листяному лісі й садах значно більше затримується хімічних речовин влітку, ніж взимку. За таких умов будуть уражатися птахи, звірі, сільськогосподарські тварини, небезпечною буде і продукція лісового господарства: деревина, гриби, ягоди, сіно та ін.

Прогнозування хімічної обстановки.

Оцінюючи хімічну обстановку, яка виникла в результаті потрапляння в навколишнє середовище небезпечних хімічних речовин, необхідно визначити:



розміри зон хімічного ураження, площі зони забруднення і тип хімічної речовини. На основі цих даних оцінюють глибину поширення забрудненого повітря, стійкість хімічних речовин на місцевості, час перебування людей у засобах захисту шкіри, можливі ураження людей, сільськогосподарських тварин і рослин, зараження споруд, будинків, урожаю, кормів.

Наслідки впливу небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті визначаються з метою прогнозування масштабів зараження небезпечними хімічними речовинами на промислових об'єктах, автомобільному, залізничному і трубопровідному транспорті, а також морському транспорті, якщо заражена хмара може дійти до прибережної зони, де перебувають люди [2-3].

Методика прогнозування застосовується для хімічних речовин, що перебувають у рідкому або газоподібному стані та при потраплянні в атмосферу переходять у газоподібний стан і утворюють хмару зараженого повітря (первинну і вторинну). Розрахунки передбачається проводити для приземного шару повітря до висоти 10 м над поверхнею землі.

Прогнозування обстановки може бути довгострокове (оперативне) і аварійне.

Довгострокове прогнозування проводиться завчасно для визначення можливих масштабів зараження, сил і засобів для ліквідації наслідків аварії, розробки заходів забезпечення захисту населення та підвищення стійкості роботи об'єктів.

Для прогнозування необхідні такі дані:

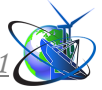
- загальна кількість небезпечних хімічних речовин на об'єктах, які знаходяться в небезпечних районах;
- топографічні умови місцевості, характер забудови, наявність лісових насаджень на шляху поширення зараженого повітря;
- метеоумови: швидкість та напрямок вітру в приземному шарі, температура повітря і ґрунту, ступінь вертикальної стійкості повітря;
- середня густина населення в цій місцевості;
- захищеність населення, продуктів харчування.

При розташуванні в межах адміністративної території двох і більше хімічно небезпечних об'єктів та накладанні зон можливого зараження одна на одну чисельність населення, що може потрапити в зону зараження, визначають з розрахунку одноразового зараження території максимальною зоною можливого зараження НХР.

За наявності на об'єкті або адміністративній території кількох небезпечних речовин прогнозування масштабів зараження та оцінювання ступеня хімічної небезпеки проводяться за тією речовиною, аварія з викиданням (виливанням) якої може бути найбільш небезпечною для населення.

Визначення заходів захисту населення від ураження НХР.

Роботи з ліквідації аварії на хімічно небезпечних об'єктах виконують в основному аварійно-технічні групи підприємств. При цьому перекриваються ушкоджені комунікації, НХР з пошкоджених ємкостей по можливості перекачують у неушкоджені, а ділянки розлиття обваловують.



Для зменшення глибини поширення зараженого повітря ставлять відсічні вертикальні водяні завіси, щоб розсіяти хмару парів НХР на шляху її поширення і частково знешкодити НХР. Водяні завіси ставлять на кількох рубежах перпендикулярно осі поширення хмари зараженого повітря. Дегазацію можна проводити хімічним, фізичним і механічним способом [4].

При хімічному способі застосовують нейтралізуючі або руйнуючі ОР і НХР.

Фізичні способи дегазації передбачають випаровування, поглинання ОР і НХР різними матеріалами, руйнування вогнем і видалення небезпечних хімічних речовин рідинами, які їх розчиняють.

Механічні способи дегазації застосовують для зняття зараженого шару ґрунту, снігу, зерна і т.д. на глибину проникнення ОР і НХР та ізоляції його.

Наприклад, металеві предмети дегазують обпалюванням, кип'ятінням протягом 2 год у воді (з добавкою 1-2 % лугу), або протиранням ганчір'ям, змоченим у гасі (бензині). Дерев'яні предмети дегазують хлорно-вапняною кашкою або розчинами інших дегазуючих засобів з наступним (через 1,5-2 години) промиванням водою. Речі і предмети, які не можна кип'ятити, необхідно провітрювати 6 діб влітку і 45 діб взимку або дегазувати в спеціальних камерах (приміщеннях) при температурі 70-80 градусів [3-4].

Воду дегазують фільтруванням і хлоруванням. Із колодязя воду відливають або відкачують, а дно і стінки шахти обробляють хлорно-вапняною кашкою, із дна знімають шар 10 см. Після наповнення водою, її знову відливають і після нового наповнення перевіряють на наявність НХР.

Після закінчення робіт проводиться спеціальна обробка техніки і санітарна обробка людей, які брали участь у знезаражування НХР. Дегазація одягу, засобів індивідуального захисту проводиться на станціях знезаражування.

На хімічно небезпечному об'єкті для захисту робітників і службовців використовуються помислові протигази або респіратори спеціального призначення типу РПГ- 67, РУ-60, а також захисні споруди, які обладнані III режимом вентиляції. Люди, які знаходяться в житловому секторі (в будинках), повинні зачинити вікна і квартирки. Вимкнути опалювальні прилади, загасити вогонь у печах, надіти протигази та підручні засоби захисту шкіри і швидко вийти із зони хімічного зараження.

За відсутності протигазів під час виходу із зони зараження необхідно періодично затримувати на кілька секунд дихання, для захисту органів дихання використовувати тканини, змочені водою, або ватні частини одягу, це значно знизить кількість зараженого повітря, що потрапляє до легенів, і відповідно зменшить ступінь ураження.

Про усунення небезпеки ураження сповіщають органи цивільного захисту. У будь-якому разі, вхід у житлові будинки дозволяється тільки після контрольної перевірки вмісту НХР у повітрі приміщень.

Висновок

Виконання вимог хімічного захисту наспелення забезпечується шляхом завчасного накопичення і підтримки в готовності засобів індивідуального захисту і приладів хімічного контролю; своєчасного впровадження засобів,



способів і методів виявлення та оцінки масштабів і наслідків аварій на хімічнонебезпечних об'єктах господарювання; створення уніфікованих засобів захисту, приладів хімічного контролю; завчасного пристосування об'єктів побутового обслуговування і транспортних підприємств для проведення санітарної обробки людей та спеціальної обробки одягу, майна і транспорту; розроблення загальних критеріїв, методів та методик спостережень щодо оцінки хімічної обстановки.

Література:

1. Стеблюк М.І. Цивільний захист. – К.: Знання, 2011. – 487 с.1
2. Стеблюк М.І. Прогноз хімічного зараження – фактор безпеки життєдіяльності // Безпека життєдіяльності. – 2006.- №6-8. – С. 15-20.
3. Військова токсикологія, радіологія та медичний захист: Підручник / За ред. Ю. М. Скалецького, І. Р. Місули. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2003. – С. 122-134, 135-138, 141-144.
4. Сильнодіючі отруйні речовини. - К.: ВМІ УВМА, 1996. – 62 с.

Abstract. Chemical protection of the population includes measures to identify and assess the chemical situation, the organization and implementation of chemical control, providing the population with means of individual and collective protection, the organization and conduct of special treatment.

Key words. Chemical situation, protection of the population, disinfection, accident, human health, environment.

Стаття відправлена: 24.06.2022 г.

© Кудрявицька А.М..



УДК 616,24-002,5-003.2:616,15:577.115:577.125.3

CHARACTERISTICS OF THE COMPOSITION OF FATTY ACIDS IN PLASMA LIPIDS IN SUFFERING FROM INFILTRATIVE PULMONARY TUBERCULOSIS

ХАРАКТЕРИСТИКА СКЛАДУ ЖИРНИХ КИСЛОТ У ПЛАЗМІ КРОВІ У ХВОРИХ НА ІНФІЛЬТРАТИВНИЙ ТУБЕРКУЛЬОЗ ЛЕГЕНЬ

Pikas O.B./Пікас О.Б.

*d. med. s., prof. /д. мед. н., проф.**doctor of mediical sciences, professor / доктор медичних наук, професор**The O.O. Bogomolets National Medical University**Department of Phthysiology with the course of Pulmology, Kiev, Ukraine**Національний медичний університет імені О.О. Богомольця,**кафедра фтизіатрії та пульмонології, Київ, Україна*

Анотація.

Мета дослідження – вивчити та оцінити склад жирних кислот (ЖК) ліпідів у плазмі крові у хворих на інфільтративний туберкульоз легень і визначити їх роль у розвитку хвороби.

Методи. Склад жирних кислот визначали біохімічним методом на газорідинному хроматографі «Цвет – 500». Кількісну оцінку складу жирних кислот ліпідів здійснювали за методом нормування площ шляхом визначення їх частки у відсотках (у %).

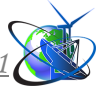
Результати, їх обговорення. Були встановлені суттєві зміни складу жирних кислот ліпідів у плазмі крові у хворих на інфільтративний туберкульоз легень, які проявлялись вірогідним підвищенням сумарного рівня насичених жирних кислот на тлі зниженого сумарного вмісту ненасичених і поліненасичених жирних кислот, внаслідок посиленої активації процесів перекисного окислення ліпідів. Кількість лінолевої ЖК ($C_{18:2}$) зменшується у 2,35 рази ($p < 0,001$), а кількість олеїнової ЖК ($C_{18:1}$) – в 1,38 рази ($p < 0,05$) порівняно із групою контролю.

Висновки. Важливим фактором у розвитку інфільтративного туберкульозу легень є порушення обміну ліпідів із модифікацією складу їх жирних кислот у плазмі крові, що важливо враховувати при лікуванні даних пацієнтів.

Ключові слова: жирні кислоти, плазма, кров, перекисне окислення ліпідів, інфільтративний туберкульоз легень.

Вступ.

У патогенезі багатьох захворювань важлива роль відводиться метаболічним порушенням і процесам перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) [1, 2]. При патологічних процесах мають місце метаболічні порушення та зміна співвідношення між антиоксидантною і прооксидантною системами, тому зміна взаємовідповідності швидкості утворення перекисних сполук та активності ферментів антиоксидантного захисту призводить до нагромадження вільнорадикальних сполук [4]. Співвідношення прооксидантів та антиоксидантів – це чинник, який визначає виникнення та прогресування оксидативного стресу, результатом чого є патологічні процеси, в основі яких є активація вільнорадикальних реакцій. Зниження показників антиоксидантної системи та одночасна активація процесів ПОЛ – це неспецифічний маркер патологічних станів. Порушення реакцій біологічного окислення супроводжується накопиченням продуктів вільнорадикальних процесів, які



мають високу токсичність і уражують мембрани клітин, що й обумовлює виникнення патологічних змін. Оскільки до складу біомембран входять жирні кислоти (ЖК) фосфоліпідів, тому їх якісна та кількісна зміна є інформативним показником, який свідчить про патологічний стан організму. Все вище перелічене обумовило мету – вивчити та оцінити склад жирних кислот ліпідів у плазмі крові у хворих на інфільтративний туберкульоз легень і визначити їх роль у розвитку хвороби.

Матеріали і методи дослідження.

Нами було обстежено 103 (33,2 % із 310) здорові особи віком від 18 до 65 років (перша, контрольна група) та 207 (66,8 % із 310) осіб такого ж віку – хворих на інфільтративний туберкульоз легень (друга група). Здорові особи та хворі на інфільтративний туберкульоз легень не палили цигарки і не брали участі у ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС. Обстеження осіб проводили у Київському міському протитуберкульозному диспансері № 1.

Підготовку проб і газохроматографічний аналіз проводили згідно методики Л.В. Сазоненко і Т.С. Брюзгіної (2003) [5].

Визначення складу жирних кислот фосфоліпідів у плазмі крові проводили біохімічним методом, в основі якого лежать екстракція ліпідів із плазми крові, виділення фосфоліпідів, метилювання і газохроматографічний аналіз жирних кислот на газорідинному хроматографі серії "Цвет – 500" із плазмоіонізаційним детектором в ізотермічному режимі. Кількісну оцінку складу жирних кислот ліпідів здійснювали за методом нормування площ шляхом визначення їх частки у відсотках (у %) [3]. Похибка визначення показників складала ± 10 %.

Результати дослідження та їх обговорення.

У складі жирних кислот ліпідів плазми крові у здорових осіб (перша група, контрольна) в найбільшій кількості нами виявлені насичені ЖК: пальмітинова ЖК ($C_{16:0}$) – $(37,1 \pm 1,6)$ % та стеаринова ЖК ($C_{18:0}$) – $(13,4 \pm 0,7)$ %. Із ненасичених ЖК у найбільшій кількості були визначені олеїнова ($C_{18:1}$) та лінолева ($C_{18:2}$) ЖК, які становили відповідно $(16,3 \pm 0,5)$ % і $(29,1 \pm 0,5)$ %. Таке співвідношення ЖК у комплексі ліпідів плазми крові у здорових осіб свідчить про значну сумарну насиченість їх ліпідів (до $(50,5 \pm 1,6)$ %) в основному внаслідок високого вмісту пальмітинової ЖК ($C_{16:0}$), що забезпечує стійкість системи крові до посилення вільнорадикальних процесів ПОЛ.

Кількісний вміст жирних кислот у плазмі крові у хворих на інфільтративний туберкульоз легень (друга група) суттєво відрізняється від аналогічних показників жирних кислот у здорових осіб (перша група). Утворення деяких жирних кислот (пальмітинової і стеаринової) проходить у печінці. Жирні кислоти, які синтезовані в ній, етерифікуються у тригліцериди і резервуються у жирових депо. У подальшому вони використовуються у складі фосфоліпідів для побудови клітинних мембран. Тобто, у печінці існує певний фізіологічний баланс жирних кислот, який контролюється інсуліном і глюкагоном. Із плазми крові вільні жирні кислоти проникають у гепатоцити, де синтезується пальмітинова ЖК ($C_{16:0}$), яка перетворюється у стеаринову ЖК ($C_{18:0}$). У хворих на інфільтративний туберкульоз легень (друга група) відмічалось вірогідне зниження рівня пальмітинової ЖК ($C_{16:0}$) до $(31,2 \pm 3,0)$ %



($p < 0,05$) при контролі ($37,1 \pm 1,6$) %, що свідчить про деструкцію лецитинової фракції фосфоліпідів. Вміст стеаринової ЖК ($C_{18:0}$) також вірогідно знижувався до ($6,6 \pm 0,9$) % при ($13,4 \pm 0,7$) % у контролі ($p < 0,001$). Зниження рівня пальмітинової ($C_{16:0}$) і стеаринової ($C_{18:0}$) ЖК у хворих на інфільтративний туберкульоз легень свідчить про порушення в них функції печінки.

У хворих другої групи у плазмі крові з'явилась міристинова ЖК ($C_{14:0}$) ($p < 0,001$), кількість якої дорівнювала ($27,0 \pm 2,9$) %. Поява міристинової ЖК ($C_{14:0}$) свідчить про суттєві зміни в ендокринній системі при інфільтративній формі туберкульозу.

Рівень олеїнової ЖК ($C_{18:1}$) вірогідно знижувався в осіб другої групи до ($11,8 \pm 1,6$) % (в 1,38 рази, $p < 0,05$) порівняно з групою контролю (першою), де кількість її становила ($16,3 \pm 0,5$) %. Вміст арахідонової ЖК ($C_{20:4}$) у пацієнтів другої групи становив ($3,5 \pm 0,7$) %, що суттєво не відрізнялось від групи контролю ($(3,9 \pm 0,4)$ %), $p > 0,05$).

Достовірне зниження рівня стеаринової ($C_{18:0}$) і олеїнової ($C_{18:1}$) ЖК у плазмі крові у хворих другої групи свідчить про суттєві порушення метаболізму ліпідів в їх організмі в результаті посиленої активації процесів пероксидації ліпідів, що сприяє дисбалансу співвідношення сумарного вмісту насичених, ненасичених і поліненасичених ЖК. Зменшення ненасиченості ліпідів у плазмі крові у хворих на інфільтративний туберкульоз легень обумовлена вірогідним зниженням вмісту лінолевої ($C_{18:2}$) та олеїнової ($C_{18:1}$) ЖК.

У плазмі крові в осіб другої групи встановлено характерну закономірність змін складу жирних кислот – вірогідне зниження ($p < 0,001$) вмісту насичених ЖК (пальмітинової ($C_{16:0}$) та стеаринової ($C_{18:0}$)) і ненасичених ЖК (олеїнової ($C_{18:1}$) та лінолевої ($C_{18:2}$)), що негативно відображається на регуляторній функції респіраторної системи й характері перебігу туберкульозного процесу. Такі зміни складу жирних кислот ліпідів у плазмі крові зумовлюють зниження поліненасичених та сумарного вмісту ненасичених ЖК (до ($28,1 \pm 2,1$) % при нормі ($49,5 \pm 1,6$) %, $p < 0,001$). Зниження сумарного вмісту ПН ЖК до ($16,3 \pm 2,0$) % у хворих на інфільтративний туберкульоз легень ($p < 0,001$) при ($33,3 \pm 1,5$) % у контрольній групі відбувається внаслідок зниження лінолевої ЖК ($C_{18:2}$) до ($12,4 \pm 2,3$) % (у здорових осіб – ($29,1 \pm 0,5$) %, $p < 0,001$).

Висновки.

Склад жирних кислот ліпідів у плазмі крові у хворих на інфільтративний туберкульоз легень характеризується виникненням дисбалансу співвідношення сумарного вмісту насичених, ненасичених та поліненасичених ЖК. Встановлено вірогідне підвищення сумарного вмісту насичених ЖК на тлі зниженого сумарного вмісту ненасичених і поліненасичених ЖК, що свідчить про порушений метаболізм ліпідів у даних хворих в результаті посиленої активації процесів їх пероксидації. Зниження рівня пальмітинової ($C_{16:0}$) та стеаринової ($C_{18:0}$) ЖК свідчить про деструкцію лецитинової фракції фосфоліпідів у результаті туберкульозних змін у легенях і про зміни функції печінки.

Результати наших досліджень показали, що важливи фактором у розвитку інфільтративного туберкульозу легень є порушення обміну ліпідів із модифікацією складу їх жирних кислот у плазмі крові, що важливо враховувати



при лікуванні даних пацієнтів та є перспективою підвищеної ефективності їх лікування.

Література

- 1.Афони́на Г.Б., Куюн Л.А. Липиды, свободные радикалы и иммунный ответ. – К. : НМУ, 2000. – 285 с.
- 2.Владимиров Ю.А. Свободные радикалы в живых системах // Биофизика. – 1991. – Т. 29. – 249 с.
3. Гичка С.Г., Брюзгина Т.С., Вретик Г.М. Газохроматографический метод определения липидных показателей крови при ишемической болезни сердца // Український кардіологічний журнал. – 1998. – № 7–8. – С. 50–52.
4. Меньшикова Е.Б., Зенков Н.К. Антиоксиданты и ингибиторы радикальных окислительных процессов // Успехи современной биологии. – 1993. – 113, вып. 4. – С. 442–455.
5. Сазоненко Л.В. Вивчення ліпідних показників сироватки крові у вагітних з преєклампсією в динаміці лікування / Л.В. Сазоненко, Я.М. Вітовський, Т.С. Брюзгіна // Медична хімія. – 2003. – № 1. – С. 86–88.

References

1. Afonina, G.B., Kujun, L.A., 2000. Lipidy, svobodnye radikaly i immunnyj otvet [Lipids, free radicals and the immune response]. Kyiv, NMU, 285 p.
2. Vladimirov, Yu.A., 1991. Svobodnye radikaly v zhivyh sistemah [Free radicals in living systems]. Biofizika, issue 29, 249 p.
3. Gichka, S.H., Bryuzgina, T.S., Veretyk, H.M., 1998. Gazohromatograficheskij metod opredeleniya lipidnyh pokazatelej krovi pri ishemicheskoy bolezni serdca [Gas-chromatographic method for determining blood lipid parameters in coronary heart disease]. Ukrainskyi kardiologichnyi zhurnal, no. 7–8, pp. 50–52.
4. Menshikova, E.B., Zenkov, N.K., 1993. Antioksidanty i inhibitory radikalnyh okislitelnyh processov [Antioxidants and inhibitors of radical oxidative processes]. Uspehi sovremennoj biologii, issue 4 (113), pp. 442–455.
5. Sazonenko, L.V., Vitovskij, YA.M. and Bryuzgina, T.S., 2003. Vyvchennia lipidnykh pokaznykiv syrovatky krovi u vahitnykh z preeklampsieiu v dynamitsi likuvannia [Study of serum lipid parameters in pregnant women with preeclampsia in the dynamics of treatment]. Medychna khimiia, no. 1, pp. 86–88.

Resume.

Purpose - the study was aimed at studying and evaluating fatty-acid composition of plasma lipids in suffering from infiltrative pulmonary tuberculosis.

Methods. The fatty-acid composition of blood was studied by biochemical method on the gas-liquid chromatographic series of «Cvet – 500» within the isothermal mode. The quantitative estimation of spectrum of fatty-acid (FA) lipids of blood was conducted after the method of setting of normal area by determination of peaks of methyl ethers of FA and their particles (in %).

Results and their discussion. Essential changes were revealed in fatty-acid spectrum of plasma lipids in suffering from infiltrative pulmonary tuberculosis. They consisted in significant elevation in saturated fatty acid contents against a background of an reduction in total unsaturated fatty acid contents as well as total polyunsaturated fatty acid contents as a result of augmented activation of the lipid peroxidation processes. The amount of linoleic (C18:2) fatty acid reduction up 2,35 times that ($p < 0,001$), of oleic (C18:1) fatty acid – up 1,38 times ($p < 0,05$) as compared with the control group.



Conclusions. *An important factor in the development of infiltrative pulmonary tuberculosis is a violation of lipid metabolism with a modification of the composition of their fatty acids in the blood plasma, which must be taken into account in the treatment of patients.*

Key words: *fatty-acids, plasma, blood, lipid peroxidation, infiltrative pulmonary tuberculosis.*



УДК 616.33/34-006.5:577.115.3

**EFFECTIVENESS OF APPLICATION ZAFACOL IN THE COMPLEX
TREATMENT OF PATIENTS WITH INTESTINAL POLYPS****ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАФАКОЛУ У КОМПЛЕКСНОМУ
ЛІКУВАННІ ХВОРИХ НА ПОЛІПИ КИШЕЧНИКА****Pikas P.B. / Пікас П. Б.***assistant / асистент**Shupyk National Healthcare University of Ukraine, 9 Dorohozhytska Str., Kyiv, Ukraine**Національний університет охорони здоров'я України**імені П. Л. Шупика, м. Київ, Україна***Анотація.**

Метою досліджень було оцінити ефективність застосування зафаколу (за складом жирних кислот у сироватці крові) в комплексі з хірургічним лікуванням у хворих із поліпами кишечника.

Матеріали та методи. Було обстежено 35 здорових осіб та 63 хворих із поліпами кишечника, у яких встановлено більше 2-х поліпів.

Вивчався спектр жирних кислот ліпідів у сироватці крові у хворих із поліпами кишечника біохімічним методом на газорідному хроматографі серії «Цвет – 500» із плазмоіонізаційним детектором в ізотермічному режимі. Кількісну оцінку спектру жирних кислот ліпідів крові проводили за методом нормування площ шляхом визначення піків метилових ефірів жирних кислот та їх частки (у %).

Результати досліджень. У хворих із поліпами кишечника спектр жирних кислот ліпідів змінений і характеризується зростанням суми ненасичених жирних кислот (в тому числі поліненасичених) та зниженням суми насичених жирних кислот, що свідчить про порушення метаболізму ліпідів. Зміни в спектрі жирних кислот ліпідів у сироватці крові у хворих із поліпами кишечника залежать від кількості поліпів (при збільшенні їх кількості зміни суттєвіші).

Після проведеного лікування із застосуванням зафаколу у хворих із поліпами кишечника показники жирних кислот у сироватці крові покращувалися швидше (нормалізувався сумарний вміст насичених і ненасичених жирних кислот) порівняно з пацієнтами, у лікуванні яких не застосовували зафакол (нормалізації сумарного вмісту насичених та ненасичених жирних кислот не відбувалось).

Висновки. Результати досліджень свідчать про необхідність корекції складу жирних кислот при лікуванні хворих із поліпами кишечника.

Ключові слова: ліпіди, жирні кислоти, спектр, поліпи кишечника, зафакол, ефективність лікування.

Вступ. На теперішній час ендоскопічна поліпектомія – це основний метод лікування хворих із поліпами шлунка чи кишечника [2]. Поліпектомія є високоефективною і безпечною. При багаточисленних поліпах із дисплазією II–III ступеня ендоскопічне видалення поліпів обумовлює можливість їх рецидивів та підвищує ризик виникнення кровотеч.

Особливо велика увага відводиться поліпам, які ростуть у ранні терміни після поліпектомії на місці їх первинної локалізації. Повторна електроексцизія в більшості таких випадків не дає позитивних результатів – відмічається стійке багаторазове виникнення поліпа в зоні його видалення.

Поліпи можуть малігнізуватись. Поліпи менші за 1 см в діаметрі малігнізуються дуже рідко (1,1 %), при розмірах 1-2 см – у 7,7 %, більше 2 см



– у 42 % [2].

У фізіологічних та патологічних процесах беруть участь процеси перекисного окислення ліпідів (ПОЛ), яке відбувається у цитоплазматичних мембранах. Порушення структури цитоплазматичних мембран при зміні процесів ПОЛ є причиною розвитку патологічного процесу (в тому числі, запалення) [1, 3].

До складу фосфоліпідів біологічних мембран входять жирні кислоти (ЖК). Найбільш чутливими до процесів ПОЛ – є ліолева ($C_{18:2}$) та арахідонова ($C_{20:4}$) ЖК.

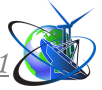
У просвіті товстої кишки при бактеріальній ферментації неперетравлених харчових і ендогенних білків (слиз та злучені епітеліальні клітини) утворюються оцтова і пропіонова кислоти, а також масляна жирна кислота (коротколанцюгова) [8]. Важливою з них є масляна кислота, яка є джерелом енергії для епітеліальних клітин товстої кишки та впливає на широкий спектр клітинних функцій, підтримуючи гомеостаз кишечника. Масляна кислота сприятливо діє на стінку кишечника (зокрема, товстої кишки), посилюючи його бар'єрну функцію до антигенів. Одним із важливих компонентів цього бар'єру є шар слизу, який покриває епітелій, а масляна кислота посилює продукцію слизу та відновлює рівень антимікробних білків [11]. Масляній кислоті властиві протизапальна та антиканцерогенна дії, а дефіцит її сприяє розвитку запальних процесів, виразкового коліту і раку товстої кишки [5]. При загостренні виразкового коліту концентрація масляної кислоти в кишечнику змінюється, знижується її концентрація в калі та погіршується здатність слизової оболонки товстої кишки окислювати масляну кислоту, при ремісії – здатність до її окислення залишається нормальною [10].

Концентрація коротколанцюгових жирних кислот у сліпій кишці і в калі корелює з товщиною шару слизу. Коротколанцюгові жирні кислоти впливають на моторику вищих відділів шлунково-кишкового тракту та апетит [12, 13]. Рівень масляної кислоти пов'язаний із кількістю довголанцюгових жирних кислот - в організмі людини відбувається взаємоперетворення одних жирних кислот в інші завдяки приєднання чи відщеплення вуглецю.

Оскільки жирні кислоти є структурними елементами біомембран і безпосередньо беруть участь у реакціях ПОЛ, тому якісні і кількісні їх зміни можуть свідчити про наявність патологічного процесу в організмі людини.

Метою наших досліджень було оцінити ефективність застосування зафаколу (за складом жирних кислот у сироватці крові) в комплексі з хірургічним лікуванням у хворих із поліпами кишечника.

Матеріали та методи. Нами було обстежено 35 (35,9 % із 98) здорових осіб та 63 (64,1 % із 98) хворих із поліпами кишечника, у яких встановлено більше 2-х поліпів. Першу групу (I, порівняння) в кількості 35 осіб склали здорові особи. Другу (II) і третю (III) групи склали хворі із поліпами товстої кишки. До II групи входило 33 (33,6 % із 98) особи, яким призначали лише традиційне хірургічне лікування (поліпектомія). До III групи – 30 (30,5 % із 98) осіб, яким призначали хірургічне лікування в комплексі з медикаментозним засобом (зафакол). Вік обстежених – 30-75 років.



У виділених підгрупах хворі суттєво не відрізнялися за віком, статтю, розмірами і ступенем вираженості поліпів, тобто підгрупи обстежених осіб були однорідними за більшою кількістю ознак їх клінічної характеристики, що дало можливість порівнювати цифрові показники.

Дослідження проводились на базі клініки Державної установи «Національний інститут хірургії та трансплантології імені О.О. Шалімова» НАМН України, де хворі знаходились на амбулаторному чи стаціонарному лікуванні.

Нами вивчалися клінічні, анамнестичні та лабораторні дані. Враховувались скарги пацієнтів, анамнез захворювання і життя. Використовувались спеціальні методи обстеження (проктологічний огляд хворого, фіброколоноскопія).

Поліпи кишечника виявляли при ендоскопічному дослідженні. Вивчали слизову оболонку кишечника та зондом проводили забір матеріалу поліпа (для виключення чи підтвердження його малігнізації) при ендоскопії чи при поліпектомії. Проводили морфологічне дослідження видаленого поліпа кишечника.

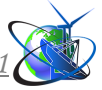
Для проведення діагностичних ендоскопічних досліджень і поліпектомії в обстежених осіб застосовували різні ендоскопічні апарати з ендовідеосистемою (переважно виробництва фірми "Olympus" (Японія)) та набором стандартних інструментів (овальних петель, кулькових електродів).

Склад жирних кислот фосфоліпідів у сироватці крові вивчали біохімічним методом на газорідинному хроматографі серії «Цвет – 500» із плазмоіонізаційним детектором в ізотермічному режимі [4], який базується на екстракції ліпідів із сироватки, виділенні фосфоліпідів, метилюванні і газохроматографічному аналізі жирних кислот. Для визначення спектра жирних кислот ліпідів використовували скляну колонку (розмір 3 м x 0,3 см), заповнену фазою 5 % ПЕГС, на хромотроні N-A/H-НМФС (зерніння 0,125-0,160 мм), температура випарювача – 250°C, витрати азоту і водню – 35 мл/хв, чутливість шкали – 10-а, об'єм ввідної проби – 5 мл, тривалість аналізу – 20 хв.

У хворих із поліпами кишечника до оперативного втручання натще брали кров із вени в кількості 3-5 мл одноразовим шприцом у центрифужну пробірку об'ємом 10,0 мл і центрифугували протягом 15 хв. при швидкості 1500 об/хв, потім верхній шар (сироватку) відбирали піпеткою Пастера у центрифужну пробірку для екстракції ліпідів. Підготовку проб і газохроматографічний аналіз проводили згідно методики Сазоненко Л.В. і Брюзгіної Т.С. (2003) [3, 9].

Кількісну оцінку спектра жирних кислот ліпідів у сироватці крові проводили за методом нормування площ шляхом визначення піків метилових ефірів жирних кислот та їх частки у відсотках (%) [8, 9]. Похибка визначення показників склала ± 10 %.

У результаті попередніх наших досліджень було встановлено зміну складу жирних кислот ліпідів у сироватці крові у хворих із поліпами кишечника (порівняно із здоровими особами) [1], що обумовлює потребу проведення їх корекції. В якості медикаментозного засобу у комплексному лікуванні поліпів кишечника нами взятий зафакол (містить кальцію бутират та біфідобактерії



(bifidum, lactis)), який сприяє нормальному функціонуванню клітин слизової оболонки кишечника, зменшенню проявів запалення та нормалізації перистальтики і відновленню мікробіоценозу.

Зафакол (Італія) призначали по 1 таблетці 2 рази на добу після їди (не розжовуючи); курс лікування – 30 днів.

До лікування і після завершення курсу прийому зафаколу у хворих обох груп (II і III) вивчали зміни складу жирних кислот у сироватці крові.

Результати дослідження. До лікування показники жирних кислот у сироватці крові у хворих із поліпами кишечника II групи достовірно не відрізнялися від таких показників жирних кислот у пацієнтів III групи, що дало можливість порівнювати ці групи між собою в процесі лікування.

Аналіз наших досліджень показав, що у хворих із поліпами кишечника (II і III групи) до лікування зростав сумарний вміст ненасичених жирних кислот (в тому числі поліненасичених) та знижувався сумарний вміст насичених жирних кислот. У пацієнтів II і III груп вміст ненасичених жирних кислот зростав до $(64,9 \pm 1,6) \%$ при $(43,0 \pm 2,0) \%$ у здорових осіб (I група), $p < 0,001$. Сума насичених жирних кислот достовірно знижувалась у пацієнтів II і III груп – до $(35,1 \pm 1,6) \%$ при $(57,0 \pm 2,0) \%$ у групі порівняння, $p < 0,001$.

Зростання вмісту поліненасичених жирних кислот (ПН ЖК) до лікування в осіб II групи (до $(50,3 \pm 1,3) \%$ при $(18,8 \pm 1,8) \%$ у здорових осіб, $p < 0,001$) відбувалось у результаті збільшення рівня лінолевої ($C_{18:2}$) та арахідонової ($C_{20:4}$) ЖК. Рівень лінолевої ЖК ($C_{18:2}$) зростав до $(24,1 \pm 1,5) \%$ у хворих II і III групи при $(16,0 \pm 1,4) \%$ у групі порівняння (I група), $p < 0,001$. Рівень арахідонової ЖК ($C_{20:4}$) зростав до $(23,4 \pm 1,5) \%$ у пацієнтів II і III груп при $(2,8 \pm 0,3) \%$ у здорових осіб, $p < 0,001$.

До лікування у сироватці крові хворих із поліпами кишечника з'являлась міристинова ($C_{14:0}$) та маргарінова ($C_{17:0}$) ЖК, які відсутні в групі порівняння (I), $p < 0,001$. У пацієнтів II і III груп кількість міристинової ($C_{14:0}$) ЖК складала $(20,2 \pm 1,0) \%$, а маргарінової ($C_{17:0}$) ЖК – $(2,8 \pm 0,4) \%$. Наявність міристинової ЖК у сироватці крові свідчить про ендокринні зміни в організмі хворих із поліпами кишечника, а поява маргарінової ЖК може бути зумовлена присутністю бактеріальної інфекції.

Кількість пальмітинової ($C_{16:0}$) та стеаринової ($C_{18:0}$) ЖК до лікування достовірно знижувалась: відповідно до $(7,3 \pm 0,7) \%$ і $(1,5 \pm 0,3) \%$ – у пацієнтів II і III груп порівняно із здоровими особами ($p < 0,001$), де кількість пальмітинової ЖК складала $(41,9 \pm 0,9) \%$, стеаринової – $(15,1 \pm 1,3) \%$.

Основна маса ліпідів після всмоктування в організмі потрапляє в кров'яне русло, оминаючи печінку, але цей орган відіграє важливу роль у метаболізмі ліпідів та утворенні деяких жирних кислот (зокрема, у синтезі пальмітинової і стеаринової), тому зниження кількості цих кислот у хворих із поліпами кишечника дає підставу стверджувати про порушення в них функції печінки і потребує проведення корекції її функціонального стану.

Після проведеного лікування у хворих на поліпи кишечника III групи показники жирних кислот у сироватці крові покращувалися швидше порівняно



з пацієнтами II групи.

У хворих III групи в процесі лікування рівень пальмітинової ($C_{16:0}$) та стеаринової ($C_{18:0}$) ЖК достовірно підвищувався до $(40,4 \pm 1,1) \%$ і $(14,2 \pm 1,0) \%$ відповідно (при $(7,3 \pm 0,7) \%$ і $(1,5 \pm 0,3) \%$ відповідно до лікування, $p < 0,001$). У здорових осіб рівень пальмітинової ЖК складав $(41,9 \pm 0,9) \%$, стеаринової – $(15,1 \pm 1,3) \%$. У пацієнтів II групи рівень пальмітинової та стеаринової ЖК підвищувався (але не нормалізувався) і склав відповідно $(15,1 \pm 0,8) \%$ і $(5,0 \pm 0,4) \%$, що достовірно відрізнялось від таких показників у здорових осіб ($p < 0,05$) та показників жирних кислот до лікування ($p < 0,05$).

В осіб II групи після лікування рівень пентодеканової ЖК ($C_{15:0}$) достовірно не відрізнявся ($p > 0,05$) від такого показника до лікування, в осіб III групи в процесі лікування пентодеканова ЖК відсутня ($p < 0,05$).

Рівень маргаринової ЖК ($C_{17:0}$) у пацієнтів II групи після лікування становив $(2,4 \pm 0,3) \%$ (до лікування – $(2,8 \pm 0,4) \%$), що достовірно не відрізнялось ($p > 0,05$). У хворих III групи після лікування рівень маргаринової ЖК склав $(0,5 \pm 0,1) \%$.

Рівень міристинової ЖК ($C_{14:0}$) у хворих III групи в процесі лікування достовірно зменшився (до $(2,0 \pm 0,3) \%$ при $(20,2 \pm 1,0) \%$ до лікування, $p < 0,001$). У хворих II групи її рівень зменшувався не достовірно (до $(17,1 \pm 1,1) \%$, $p > 0,05$) порівняно з таким показником до лікування.

У хворих III групи в процесі лікування нормалізувався сумарний вміст насичених та ненасичених жирних кислот (в тому числі, поліненасичених ЖК), у хворих II групи – нормалізації цих показників не відбувалось.

Висновки.

1. У хворих із поліпами кишечника склад жирних кислот ліпідів змінений (зростає сумарний вміст ненасичених (в тому числі поліненасичених) і знижується сумарний вміст насичених жирних кислот) порівняно із здоровими особами, що свідчить про порушення метаболізму ліпідів та необхідність проведення їх корекції.

2. Застосування зафаколу у комплексі з хірургічним лікуванням у хворих із багаточисленними поліпами кишечника спрямоване на швидку корекцію змін складу жирних кислот ліпідів у сироватці крові, що сприятиме підвищенню ефективності лікування цих пацієнтів.

Список використаної літератури:

1. Афонина Г. Б., Л. А. Куюн (2000) Липиды, свободные радикалы и иммунный ответ. К.: НМУ – 287 с.
2. Велигоцкий А. Н., Шадри О. В., Бойко Л. А., Ерицян А. А. (2015) Выбор эндоскопического лечения полипов желудка. Харківська хірургічна школа. № 4 (73): 144-146.
3. Гичка С. Г., Брюзгина Т. С., Веретик Г. М. (1998) Газохроматографический метод определения липидных показателей крови при ишемической болезни сердца. Український кардіологічний журнал, 7-8: 50–52.
4. Головенко О. В., Халиф И. Л., Головенко А. О. (2011) Роль масляной



кислоты в лечении органических и функциональных заболеваний толстой кишки. Клинические перспективы гастроэнтерологии, гепатологии, 3: 20–29.

5. Канани Р., Ди Констанцо М., Леоне Л. (2011) Возможные механизмы действия масляной кислоты при заболеваниях кишечника (Пер. с англ. Матвеева Л.). Здоров'я України, вересень: 1.

6. Нікішаєв В. І., Лазарчук В. М. (2011) Ефективність скринінгової колоноскопії. Шпитальна хірургія. № 3: 72-74.

7. Полінкевич Б. С., Пікас П. Б., Брюзгіна Т. С. (2013). Спектр жирних кислот ліпідів сироватки крові у хворих при виявленні поліпів шлунка. Клінічна хірургія. № 9: 64–65.

8. Рыбакова Е. В., Сидельников В. М., Брюзгина Т. С. (1991) Способ газохроматографического определения липидов в конденсате выдыхаемого воздуха : информационное письмо. Киевский медицинский институт. Киев. 2 с.

9. Сазоненко Л. В., Вітовський Я. М., Брюзгіна Т. С. (2003) Вивчення ліпідних показників сироватки крові у вагітних з преєкламписією в динаміці лікування. Лечебное дело. № 1: 86–88.

10. Augenlicht L. H. (2002) Short-chain fatty acids and colon cancer. J. Nutr, 132: 38045-38085.

11. Toden, S., et al. (2007) Dose-dependent reduction of dietary protein-induced colonocyte DNA damage by resistant starch in rats correlates more highly with caecal butyrate than with other short chain fatty acids. Cancer Biol Ther., 6(2): 253-258.

12. Mcmanus C. M. (2002) Effect of short chain fatty acids on contraction of smooth muscle in the canine colon. Am. J. Vet. Res., 63: 295-300.

13. Rondeau, M. P. (2003) Short chain fatty acids stimulate feline colonic smooth muscle contraction. J. Feline Med. Surg., 5: 167-173.

References

1. Afonina, G.B., Kujun, L.A., 2000. Lipidy, svobodnye radikaly i immunnyj otvet [Lipids, free radicals and the immune response]. Kyiv, NMU, 287 p.

2. Veligotskiy, A. N., Shadri, O. V., Boyko, L. A. and Eritsyanyan, A. A., 2015. Vybory endoskopicheskogo lecheniya polipov zheludka [Choice of endoscopic treatment of gastric polyps]. Kharkivska khirurhichna shkola. no. 4 (73), pp. 144-146.

3. Gichka, S.H., Bryuzgina, T.S. and Veretyk, H.M., 1998. Gazohromatograficheskij metod opredeleniya lipidnyh pokazatelej krovi pri ishemicheskoy bolezni serdca [Gas-chromatographic method for determining blood lipid parameters in coronary heart disease]. Ukrainskyi kardiologichnyi zhurnal, no. 7–8, pp. 50–52.

4. Holovenko, O. V., Khalyf, Y. L. and Holovenko, A. O., 2011. The role of butyric acid in the treatment of organic and functional diseases of the colon [Rol maslyanoy kisloty v lechenii organicheskikh i funktsionalnykh zabolevaniy tolstoy kishki]. Klinicheskiye perspektivy gastroenterologii, gepatologii, no. 3, pp. 20–29.

5. Kanani, R., Di Konstantso, M. and Leone, L., 2011. Vozmozhnye mekhanizmy deystviya maslyanoy kisloty pri zabolevaniyakh kishechnika Per. s angl. [Possible mechanisms of action of butyric acid in intestinal diseases]. Translated from English by Matveeva L. Zdorovia Ukrainy, veresen: 1.

6. Nikishaiev, V. I., Lazarchuk, V. M., 2011. Efektyvnist skryninovo kolonoskopii [Efficiency of screening colonoscopy]. Shpytalna khirurhiia, no. 3, pp. 72–74.

7. Polinkevych, B. S., Pikas, P. B. and Briuzghina, T. S., 2013. Spektr zhirnykh kislot lipidiv sirovatki krovi u khvorikh pri viyavleni polipiv shlunka [The range of fatty acids of serum lipids in



patients with gastric polyps]. Klinichna khirurgiia, no. 9, pp. 64–65.

8. Rybakova, E. V., Sidelnikov, V. M. and Bryuzgina, T. S., 1991. Spособ gazokhromatograficheskogo opredeleniya lipidov v kondensate vydykhaemogo vozdukhha [Method for gas chromatographic determination of lipids in exhaled air condensate], informatsionnoe pismo. Kiyevskiy meditsinskiy institute, Kiyev, 2 p.

9. Sazonenko, L.V., Vitovskiy, Ya.M. and Bryuzgina, T. S., 2003. Vyvchennia lipidnykh pokaznykiv syrovatky krovi u vahitnykh z preeklampsieiu v dynamitsi likuvannia [Study of serum lipid parameters in pregnant women with preeclampsia in the dynamics of treatment]. Lechebnoe delo, no 1, pp. 86-88.

10. Augenlicht, L. H., 2002. Short-chain fatty acids and colon cancer. J. Nutr, 132: 38045-38085.

11. Toden, S., et al., 2007. Dose-dependent reduction of dietary protein-induced colonocyte DNA damage by resistant starch in rats correlates more highly with caecal butyrate than with other short chain fatty acids. Cancer Biol Ther., no. 6(2), pp. 253-258.

12. Mcmanus C. M. (2002) Effect of short chain fatty acids on contraction o smooth muscle in the canine colon. Am. J. Vet. Res., no 63, pp. 295-300.

13. Rondeau, M. P. (2003) Short chain fatty acids stimulate feline colonic smooth muscle contraction. J. Feline Med. Surg., no.5, pp.167-173.

Summary.

The aim of the research was to evaluate the effectiveness of the use of zafacol (by the composition of fatty acids in the blood serum) in combination with surgical treatment in patients with intestinal polyps.

***Materials and methods.** 35 healthy individuals and 63 patients with intestinal polyps, who have more than 2 polyps, were examined.*

The fatty-acid spectrum of phospholipids of serum of blood was studied for patients with the intestinal polyps of the unsaturated fatty-acid and decline of the saturated fatty-acid is set. The fatty-acid spectrum of phospholipids of serum of blood was studied by biochemical method on the gas-liquid chromatographic series of «Cvet – 500» within the isothermal mode. The quantitative estimation of spectrum of fatty-acid (FA) lipids of blood was conducted after the method of setting of normal area by determination of peaks of methyl ethers of FA and their particles (in %).

***Research results.** The fatty-acid spectrum of phospholipids for patient with the intestinal polyps, which is characterized increase growth of sum of unsaturated FA (in that number polyunsaturated) and decline of sum of saturated FA, which testifies the necessity of changes of lipids metabolism.*

After the treatment with zafacol in patients with intestinal polyps, the fatty acid indices in the blood serum improved faster (the total amount of saturated and unsaturated fatty acids normalized) compared with patients in whose treatment zafacol was not used (normalization of the total amount of saturated and unsaturated fatty acids did not occur).

***Conclusions.** Changed fatty-acid spectrum of phospholipids of serum of blood which testifies the necessity of correction the composition of fatty-acid at treatment, changes with intestinal polyps.*

***Key words:** lipids, fatty-acid, spectrum, intestinal polyps, zafacol, the effectiveness of treatment.*



УДК 616.314-002-036.1-06:616.33/.34]-053.5

**DENTAL CARIES PREVALENCE AMONG 6- TO 15-YEAR-OLD
CHILDREN WITH GASTROINTESTINAL TRACT DISEASES**
ПОШИРЕНІСТЬ КАРІЕСУ СЕРЕД 6-15 РІЧНИХ ДІТЕЙ ІЗ ЗАХВОРЮВАННЯМИ
ШЛУНКОВО-КИШКОВОГО ТРАКТУ

Rozhko V.I. / Рожко В.І.*PhD, as.prof / PhD, доц.*

ORCID: 0000-0002-0757-9671

*Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Teatralna sq., 2, 58002**Буковинський державний медичний університет,**м. Чернівці, Театральна площа 2, 58002***Petrunic V.B. / Петрунів В.Б.***s.m.s., as.prof. / к.м.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-1967-6791

Labiy Yu.A. / Лабій Ю.А.*s.m.s., as.prof. / к.м.н., доц.**Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk, Galytska str. 2, 76018**Івано-Франківський національний медичний університет,**м. Івано-Франківськ, вул. Галицька 2, 76018***Ryazetska L.V. / Рязецька Л.В.***s.m.s., as.prof. / к.м.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-5640-2258

*I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Maidan Voli 1, 46001**Тернопільський національний медичний університет ім. І.Я.Горбачевського,**м. Тернопіль, Майдан Волі 1, 46001***Rozhko O.V. / Рожко О.В.***Pediatric dentist/ дитячий стоматолог**Private dental office/приватна практика**Sniatyn, Ivano-Frankivsk region, 78300**м. Снятин, Івано-Франківська область, 78300*

Abstract. This article present the results of the study the prevalence and intensity indexes of dental caries in children aged 6-15 years on a background of gastrointestinal tract diseases. The chronic diseases of the gastrointestinal tract and frequent exasperation may lead to decreased metabolism and immunologic reactivity that assists to development of tooth decay. We examined 350 children 6–15 years old. As the result there were found high prevalence $84.31 \pm 1.93\%$ and intensity 8.96 ± 0.15 tooth of caries in children with the gastrointestinal tract diseases, with the expressed tendency to complications, with predominating of the rampant caries that made progress with the age increase of this group.

Key words: tooth decay, rampant caries, children, gastrointestinal tract.

Introduction. Dental caries has a multifactorial etiology with a complex interplay of multiple risk factors, such as age, gender, socioeconomic status (SES), water fluoride level, dietary factors such as the physical forms of carbohydrate, snacking habits, and frequency of sugar consumption [1-4]. Untreated dental caries not only causes pain and discomfort but also, in addition, places a financial burden on the society [5]. The goal of understanding numerous risk factors contributing to dental caries may possibly lead to insights into the preventive or intervention stratagems for alleviating disparities in disease burden and improving dental health.



Moreover, to implement various types of community-based oral health programs and preventive measures, it is necessary to know its prevalence [3,6]. Therefore, it is very important for the dental health care professionals to investigate the prevalence of dental caries for implementation various health and preventive programs.

There are a sufficient number of studies in the literature data on the condition and functional characteristics of tissues and organs of the oral cavity in children with gastrointestinal tract diseases. Gastrointestinal diseases are an important problem in pediatrics. They occur mainly in children with reduced nonspecific resistance during the most intense morphofunctional changes in the child's body, and the long course of chronic diseases of the digestive system and frequent exacerbations lead to impaired metabolism, reduced immunological reactivity, which contributes to teeth caries.

The course of multiple rampant caries on the background of general somatic diseases is rapid, malignant and most often leads to complications, in particular, to the occurrence of secondary and recurrent caries [7]. Therefore, the relevance of the topic remains today and due to the growth of both gastroduodenal pathology in children and adolescents and the increasing prevalence of dental diseases.

The aim. To study caries prevalence and intensity in children and adolescents on a background of gastrointestinal tract diseases.

Material and methods. It was performed an epidemiological dental examination of 350 children aged 6 to 15 years with concomitant gastrointestinal tract diseases. All examined children we divided into 3 age groups: 6-9, 10-12 and 13-15 years old. The following indicators were used to determinate caries: prevalence and intensity of dental caries – DMF index (according to WHO recommendations).

Results. Monitoring of dental examination data of 350 children with gastrointestinal tract diseases in anamnesis showed that $84.31 \pm 1.93\%$ had caries (table 1). The prevalence of caries in boys and girls, on average, was almost the same 82.58 ± 2.85 and $86.03 \pm 2.60\%$, respectively.

Thus, in 6-9-year-old children the prevalence of caries was $77.23 \pm 4.19\%$, which was lower than similar values in 10-12-year-old subjects ($p > 0.05$). In the age group 13-15 years, the prevalence of caries was $89.63 \pm 2.63\%$, which is 1.2 times higher than in children aged 6-9 years ($p < 0.05$). It was noted that according to WHO criteria, in the age range of 6-9 years, the prevalence of caries was considered medium, and in the age groups of 10-12 and 13-15 years - high.

Table 1. Prevalence of caries among children with gastrointestinal diseases depending on age

Age, years	Boys			Girls			Overall		
	total	caries		total	caries		total	caries	
		abs.	%		abs.	%		abs.	%
6–9	51	39	$76,47 \pm 6,00$	50	39	$78,00 \pm 5,92$	101	78	$77,23 \pm 4,19^*$
10–12	56	47	$79,66 \pm 5,29$	62	55	$88,71 \pm 4,05$	118	102	$84,30 \pm 3,32$
13–15	66	61	$89,71 \pm 3,71$	65	60	$89,55 \pm 3,77$	131	121	$89,63 \pm 2,63^*$
Total	173	147	$82,58 \pm 2,85$	177	154	$86,03 \pm 2,60$	350	301	$84,31 \pm 1,93$

Note. * - the significance of the difference between the indicators of age groups: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.



As the result of our research, we also found that in 6-9-year-old children of both sexes the prevalence of caries was almost the same: $76.47 \pm 6.00\%$ in boys and $78.00 \pm 5.92\%$ in girls. In 10-12-year-old children, the prevalence of caries increased and amounted to 79.66 ± 5.29 and $88.71 \pm 4.05\%$, respectively, in boys and girls with diseases of the gastrointestinal tract. The maximum values of the prevalence of caries were studied in boys and girls in the age range of 13-15 years, which was the same and averaged $89.63 \pm 3.74\%$.

The DMF index, on average, was interpreted as high with a value of 8.96 ± 0.15 tooth. On average, the proportion of carious teeth was 6.14 ± 0.60 of the affected tooth with 2.59 ± 0.35 of filled teeth. The average number of removed teeth was 0.23 ± 0.05 teeth (table 2). Also it should be noted that in this group the CSI (caries severity index) was objectified as very high with a value of 0.79 ± 0.12 .

It was noted that the caries intensity increased with age, regardless of the sex of the subjects. Thus, at the age of 6-9 years, DMF index in boys and girls was statistically the same (4.05 ± 0.35 and 4.38 ± 0.25 carious tooth, respectively) and corresponded to the medium level of intensity. The components of the DMF index ("decay", "filled", "missed") were slightly higher in girls. The level of caries intensity was considered as high and was equal to 0.54 ± 0.18 in boys and 0.58 ± 0.16 in girls.

Table 2. Caries intensity – DMF index among children with gastrointestinal diseases depending on age

Age, years	Boys, n=173					Girls, n=177				
	D	F	M	DMF	CSI	D	F	M	DMF	CSI
6–9	$2,65 \pm 0,64$	$1,32 \pm 0,38$	$0,08 \pm 0,04$	$4,05 \pm 0,35$	$0,54 \pm 0,18$	$2,93 \pm 0,58$	$1,36 \pm 0,13$	$0,09 \pm 0,04$	$4,38 \pm 0,25$	$0,58 \pm 0,16$
10–12	$5,87 \pm 0,59$	$3,21 \pm 0,37$	$0,15 \pm 0,04$	$9,23 \pm 0,33$	$0,84 \pm 0,28$	$6,36 \pm 0,56$	$2,84 \pm 0,40$	$0,10 \pm 0,03$	$9,30 \pm 0,33$	$0,85 \pm 0,28$
13–15	$9,35 \pm 0,62$	$3,34 \pm 0,36$	$0,36 \pm 0,08$	$13,06 \pm 0,35$	$0,93 \pm 0,31$	$9,64 \pm 0,57$	$3,52 \pm 0,32$	$0,56 \pm 0,11$	$13,72 \pm 0,33$	$0,98 \pm 0,32$
Average	$5,96 \pm 0,62$	$2,62 \pm 0,37$	$0,20 \pm 0,05$	$8,78 \pm 0,35$	$0,77 \pm 0,26$	$6,31 \pm 0,57$	$2,57 \pm 0,28$	$0,25 \pm 0,06$	$9,13 \pm 0,30$	$0,80 \pm 0,25$

In the group of children aged 10–12, DMF significantly increased and was equal to 9.23 ± 0.33 in boys and 9.30 ± 0.33 in girls. The level of caries intensity was 0.84 ± 0.28 in boys and 0.85 ± 0.28 in girls. It should be noted that in this age group DMF and CSI, according to WHO criteria, were treated as very high.

The maximum values of the studied indexes were registered in group of children aged 13-15. Higher DMF values of 13.72 ± 0.33 carious tooth and CSI 0.98 ± 0.32 were determined in girls versus 13.06 ± 0.35 carious tooth and 0.93 ± 0.31 in boys, respectively. As in the previous age group, the intensity of dental caries and its level were treated as very high.

Our studies showed that out of 301 children with caries on the background of gastrointestinal lesions, 87 patients $28.90 \pm 2.6\%$ had complicated forms of caries



(pulpitis, apical periodontitis) and with age increasing of the subjects, the frequency of complicated forms of caries also increased.

Conclusions. A significant prevalence and intensity of caries, a tendency towards its growth with age and an increase within the duration of the gastrointestinal tract diseases were determined. In children and adolescents aged 6-15 years with the gastrointestinal tract diseases the prevalence of caries was $84.31 \pm 1.93\%$, increasing with age from $77.23 \pm 4.19\%$ in 6-9-year-old children to $89.63 \pm 2.63\%$ in 13-15-year-old adolescents. The DMF index was high and very high among all age groups.

References:

1. Touger-Decker R, Loveren CV. Sugars and dental caries. *Am J Clin Nutr.* 2003;78(Suppl.):881–892. doi: 10.1093/ajcn/78.4.881S.
2. Thyath MN, Nishad SG, Sharma M, et al. Impact of socioeconomic status and parental factors on child oral health. A Review of literature. *J Adv Med Dent Sci Res.* 2015;2(3):153–157.
3. Burt BA, Baelum V, Fejerskov O. The epidemiology of Dental Caries. In: Fejerskov O, Kidd E, editors. *Dental caries- The disease and its clinical management.* Oxford: Blackwell Munksgaard; 2008. pp. 123–141.
4. Luchynskyi MA. Dental health state of children living in different anthropogenic conditions. *Journal of Education, Health and Sport.* 2015;5(11):170–178. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.33698>
5. Kumar D, Gandhi K, Maywad S, Malhotra R, Ahuja S, Kapoor R. Prevalence and Correlation of Dental Caries with its Specific Risk Factors in 5-15-year-old School-going Children in Urban Population of Ghaziabad. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2020;13(1):72–78. doi:10.5005/jp-journals-10005-1714.
6. McDonald RE, Avery DR, Stookey GK. Dental caries in the child and adolescent. In: McDonald RE, Avery DR, Dean JA, editors. *Textbook of Dentistry for the child and adolescent*, 8th ed., New Delhi: Elsevier; 2007. pp. 209–246.
7. Luchynskyi MA, Rozhko VI. The features of tooth decay in children with the diseases of gastrointestinal tract. *Clinical dentistry.* 2017;4:66–69 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.11603/2311-9624.2016.4.7239>.

Анотація. В статті розглядаються результати вивчення поширеності та інтенсивності карієсу зубів у дітей віком 6-15 рр. із супутніми захворюваннями шлунково-кишкового тракту. Тривалий перебіг хронічних захворювань травної системи та часті загострення призводять до порушення усіх видів обміну, зниження імунологічної реактивності, що сприяє розвитку карієсу зубів. Ми обстежили 350 дітей 6–15-річного віку. В результаті проведених досліджень встановлено, що у дітей із захворюваннями ШКТ визначалась висока поширеність ($84,31 \pm 1,93\%$) та інтенсивність ($8,96 \pm 0,15$) каріозного процесу з вираженою тенденцією до ускладнень, із превалюванням множинного карієсу, що прогресував зі збільшенням віку даної групи пацієнтів.

Ключові слова: карієс зубів, множинний карієс, діти, шлунково-кишковий тракт.

Стаття відправлена: 16.06.2022 р.

© Рожко В.І.



UDC 616.12-073.7:614.253.1/.2-051

ECG DIAGNOSTICS AS ONE OF THE MAIN COMPETENCES IN THE PRACTICE OF A FAMILY DOCTOR - WAYS OF IMPROVEMENT**ЕКГ ДІАГНОСТИКА, ЯК ОДНА З ГОЛОВНИХ КОМПЕТЕНЦІЙ В ПРАКТИЦІ СІМЕЙНОГО ЛІКАРЯ – ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ****Vysochyna I.L./Височина І.Л.***d.m.s., prof. / д.м.н., проф.*<https://orcid.org/0000-0003-3532-5035>**Yefimova N.O./Єфімова Н.О.**<http://orcid.org/0000-0002-1089-2976>*Dnipro State Medical University**Дніпровський державний медичний університет,**Дніпро, В. Вернадського, 9, 49044*

Annotation *Electrocardiography (ECG) is a common method of diagnosing heart function in a graphic image, which allows to quickly identify the problem in heart activity. The publication presents the experience of thematic improvement (TI) cycle "ECG in the practice of a family doctor" using a comprehensive analysis to identify gaps in knowledge of clinical ECG diagnostics with elements of a personalized approach to their correction. The article is devoted to the issues of optimization and improvement of postgraduate training of family doctors in ECG diagnostics. Possession of this method is one of the main competencies of primary care professionals, therefore, the ECG is the simplest and, at the same time, extremely informative method of examining the patient. Based on modern requirements for the training of qualified specialists, there is a need to improve the technology of teaching clinical ECG, which can be provided by the formation of a clear algorithm of sequential actions, which in everyday practice of a family doctor should ideally be used at the level of unconditional reflex. The aim of our work was to develop and improve the algorithm of actions in the analysis of clinical ECG in the practice of a family doctor, taking into account the personally identified gaps in the knowledge of outpatients. Participatory teaching methods were used in accordance with the objectives of the study. Proposed approaches for the formation and / or unification of the skill of actions algorithmization in the assessment of ECG in terms of comfortable psychological communication significantly increase the effectiveness of doctors training. Students of the cycle become participants in joint work, immerse themselves in the atmosphere of cooperation with teachers of the department, carefully conduct a general assessment of the ECG according to the algorithm, analyze variants of normal ECG, analyze schematic support, formulate diagnostic criteria. To generalize and practice ECG deciphering skills, cadets analyze clinical cases from real practice, individually or in a team determine the tactics of the family doctor, which allows to work out the algorithm and sequence of actions that can be used in their own professional activities. Particular attention is paid to those aspects of ECG interpretation that have gaps in students' knowledge, which allows to personify the improvement of skills in clinical ECG diagnostics. At the end of the cycle, family doctors are required to take a questionnaire, take a final exam and always have feedback on the satisfaction of expectations from the beginning of training and the results that occur after two weeks of communication and training in this cycle of TI. According to our data, due to mastering the proposed algorithm for decoding the ECG, the acquired level of ECG analysis skills and its effectiveness after the end of the cycle is much higher than it was at the beginning of the TI (within 84.3% - 92.1%). Thus, a comprehensive approach to teaching the cycle of ECG diagnostics with elements of a personalized approach in teaching and the use of participatory teaching methods is a methodologically sound and effective tool that can be recommended to solve the problem of improving the professional competencies of family physicians.*

Key words: *thematic improvement, ECG-diagnostics, general practitioner-family doctor.*



Introduction.

Electrocardiography (ECG), despite more than 100 years of history in clinical practice and innovative technologies achievements, deservedly occupies a leading position in the diagnosis of cardiovascular disease [6,7,8]. ECG diagnostics possesses special importance in general medical practice due to high informativeness and accessibility. Therefore, mastery of this method is one of the main basic competencies of primary care professionals. In the modern model of higher education in medical schools, attention is mainly paid to formation of rigidly standardized skills (hardskills), that is those which are performed according to a certain algorithm (ideal skill scenario), form medical competencies and are objectively verifiable in practice.

Based on modern global requirements for training of highly qualified specialists, there is a necessity to improve teaching technologies and develop innovative learning approaches to achieve high level of professional competence among general practitioners- family physicians. In this case, regarding the basic skills of working with ECG.

For more than twenty years, professional training of interns in the field of STDs and continuous training of family physicians in various thematic cycles of professional development, in this case in ECG diagnostics at the Department of Family Medicine of DSMU Faculty of Education and Science. It should be noted that the staff of the department has significant experience and numerous publications in terms of finding effective approaches and improving the methodology of adult learning [4, 12].

According to work program of the cycle "ECG in the practice of a family doctor", developed by department's staff, the goal of teaching outpatients is to algorithms actions and improve knowledge on the interpretation and evaluation of ECG in the most common pathological conditions in the daily practice of family doctors. Ultimately, it will contribute to the provision of quality medical services to patients in primary health care facilities.

The purpose of the work is to develop and improve the algorithm of actions in analysis of clinical ECG in family doctorpractice, taking into account the personally identified gaps in the knowledge of outpatients. In accordance with the objectives of the study, participatory teaching methods were used, which ensured active cooperation of all participants in the learning process and free involvement of students in solving problems in learning. This approach to learning was chosen taking into account that "participation" is a system of relationships that occur in the process of a certain joint activity; is a way of interaction and relationships organized on the principles of equality, voluntariness and complementarity of all its participants; therefore, it is an organizational form of joint activity, which involves the association of persons on the appropriate terms of division of labor and active participation in its implementation; and it is a way of mutual relations, which preserves the rights of each party, clearly agreed and coordinated actions of the participants in the common cause, based on the principles of mutual benefit and equality [9,10,13].

Research methods

The following research methods were used to achieve this purpose:

1. Methods of empirical research: observation, survey (communication,



interview, questionnaire), testing, rating, study of products of examined people (written, graphic, creative and control works), study and generalization of creative experience, pedagogical experiment.

2. Mathematical and statistical methods. The program "Statistics 7" was used for statistical processing of results.

3. Theoretical methods: the study of modern scientific literature.

Integrated approach for collection and processing of information makes it possible to develop and operate a single model of the object at all stages of the study, taking into account the personality-oriented approach.

Results and their discussion

Training on TIcycle of ECG diagnostics was conducted for 84 family doctors.

At the beginning of classes, on the first day of TIcycle, the stage of group formation was coordinated and caused minimal emotional repercussions among participants by analyzing the expectations of doctors from this TU, forming rules of conduct in the group and the possibility of adjusting the lesson plan within 10-20%. with modeling of clinically significant topics for them. Also to identify gaps in knowledge, problematic issues in the analysis and interpretation of ECG, to assess the importance of using this method in everyday outpatient practice. To do this, medical cadets on STDs were anonymously interviewed on these issues on the first day of TI. The survey analysis indicates a high level of ECG method use in the daily practice of family doctors (min 85.0%; max 97.0%). On the other hand, basing on the analysis of input control results of knowledge on ECG diagnostics, we note a rather low level of cadet doctor's knowledge. First of all, on analysis methods (min 35.0%; max 38.0%), interpretation (min 28.0%; max 32.0%) ECG, as well as knowledge and definition of clear criteria for life-threatening conditions (min 31.0%; max 41.0%). This necessitates the development of an individualized approach to address gaps in professional knowledge of ECG diagnostics and improvement of teaching methods. In order to solve these issues an algorithmic guide to ECG - diagnosis of the most common conditions in the clinic of adults and children internal diseases was developed at the Department of Family Medicine FPO DSMU, basing on generalization and structuring a large number of recommendations, manuals and textbooks on this issue[1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 11, 14, 15]and with the of author's clinical tasks with ECG images in the context of specific clinical cases from the practice of family doctors.

Our guide to algorithmization of ECG analysis in the daily practice of family physicians is as follows. The first section presents basic standards of electrocardiographic "propaedeutics" - a method and technique of ECG recording with sequential analysis of ECG's main elements. It includes the following parameters: evaluation of the control millivolt; main rhythm; correctness of rhythm; calculation of heart rate; characteristics of teeth, intervals, segments; determination of voltage; electrical axis of the heart; ECG conclusion; comparison of ECG data with the age and constitution of the patient; physiological features; clinical picture, age of the disease and therapy. Variants for a normal ECG among adults and children are carefully considered, since, according to our survey of family physicians in their daily practice there are difficulties in differentiating the norm and pathology.



The following sections of the guide show ECG illustrations and criteria schematically presented for hypertrophy of the heart chambers, arrhythmias and conduction, myocardial infarction, certain heart diseases, electrocardiographic syndromes and phenomena, electrolyte disorders and effects of drugs, as well as age-related changes and the most common ECG changes among children.

Almost daily presentation of short theoretical material in the form of a lecture-interview was aimed for discussing standardized approaches for working with ECG results of examined patient, forming an algorithm and generalized awareness of the need to increase motivation for daily work with this tool. Theoretical aspects of obtaining an effective result for interpretation of ECG were presented gradually, which allowed to keep the attention of cadets throughout the course.

After discovering the main theoretical constructs that exist in ECG diagnostics, students immediately practiced the acquired knowledge in small groups with colleagues and had the opportunity to adapt them to different clinical situations from their own experience. During two-week training cycle on ECG diagnostics, we used presentations, flip charts, videos, drawing, small group work and round tables, developed and initiated our own algorithms and strategies for mastering the skill of ECG decoding, reflected after finishing practical tasks, during and after TI.

It should also be noted that during our TI cycle of ECG - diagnostics and mastering the algorithm of ECG assessment (sequential analysis of all handbook sections with the teacher), students become participants in joint work. They are immersed in the atmosphere of cooperation, so working with the handbook, family doctors together with teachers conduct a general assessment of ECG according to the algorithm, analyze variants of normal ECG, analyze schematic support and formulate criteria for diagnosing pathological ECG conditions. This allows to form a method of sequence of analysis and evaluation of ECG for further work in their own professional activities.

After analyzing the ECG illustrations in the handbook, doctors independently develop practical approaches to ECG analysis, using approved atlases and workshops [1, 6, 7, 8, 11]. At the next stage of practical work, doctors analyze the selected versions of the ECG from the portfolio of employees of the department. It allows significantly expanding the knowledge and enriching the clinical experience of both teachers and cadets. It should be noted that in the joint analysis of the ECG inevitably there are some disagreements and often-conflicting interpretations. We remind our listeners that the definition of "ars" is still fair to medicine today - it is both a science and an art [14, 15]. That is why there is a place for intuition and subjectivism in electrocardiography. In such cases, thanks to a joint creative process based on awareness, experience and medical intuition, together we formulate a competent solution.

According to work program and purpose of this cycle of thematic improvement, we also focus on the pathogenetic aspects of the most common diseases, the diagnosis of which is accompanied by changes in the ECG and requires analysis and evaluation, considers the causes, pathogenetic mechanisms, classification and clinical history and specific health problems. Teachers of the ECG diagnostics TI cycle constantly emphasize that in everyday medical practice, patients' complaint of pain is



one of the most common, with chest pain being the most common symptom of STDs. This symptom is often a signal of development of such life-threatening conditions as myocardial infarction, aortic aneurysm, pulmonary embolism and others. Emergencies require emergency diagnosis, differential diagnosis and intensive care in conditions of acute shortage of time, inability to thoroughly examine the patient, and ECG diagnosis can help with high probability to verify the correct diagnosis and determine in a short time with the scope of treatment.

The next step in the cycle of thematic improvement is to analyze clinical cases to determine the tactics of the family doctor. The database of available case studies is constantly updated, providing students with a large library of pre-configured clinical scenarios.

The method of assessing a specific situation, in this case, is used as a learning process during which students improve the skills of careful analysis, systematization and synthesis of information, demonstrating the skills of clinical thinking.

In addition to joint classroom work, the TU cycle has a place for individual communication on urgent issues of ECG diagnostics. Testing and surveys of students of the cycle used to assess the knowledge of cadet doctors, which allows you to assess the level of their knowledge and skills objectively, and allows you to identify specific issues that require improvement.

One of the problems of the cycle, in our opinion, is the consolidation of knowledge in long-term memory. Thus, teachers constantly emphasize that only the support of knowledge and skills in everyday activities will allow doctors not to lose experience and will be an incentive for further professional development.

At the end of the cycle, doctors must pass a questionnaire, take a final exam and always have feedback on expectations at the beginning of training and the results that occur after two weeks of communication and training in this cycle of technical specifications. According to our data, mastering the technique of ECG analysis after the end of the cycle is much higher than it was at the beginning (within 84.3% - 92.1% in each direction).

Thus, a personalized approach to identifying gaps in knowledge and difficulties in professional work and their correction during TI cycle, formation and / or unification of skills of algorithmization of actions in ECG assessment in everyday practice of family physicians, comfortable psychological communication like "peer to peer", significantly improve the effectiveness of training and improving the skills of clinical ECG analysis.

The use of participatory approach in the training of cadets allowed to form a system of education organized on the principles of equality, voluntariness and complementarity of all its participants and achieve coherence of all participants, based on the principles of mutual benefit and equality.

Conclusions:

1. Changing the paradigm of adult learning within the continuous training of physicians of different specialties leads to the search for new technologies, approaches and teaching practices, among which participatory methods are methodologically sound, which led to their introduction into teaching a cycle of thematic improvement for family physicians, also on ECG diagnostics.



2. The development of the author's guide for interpretation of ECG in outpatient practice allowed to correct the gaps in knowledge among cadets who studied at TI cycles on ECG diagnostics.

3. Formation or consolidation of skills of algorithmization of actions in ECG analysis with personification of identification of knowledge gaps of general practitioners and their correction is a methodologically sound approach to teaching and an effective tool that can be recommended to solve the problem of improving professional competencies of family physicians on various issues.

List of used literature

1. 150 ECG cases: 5th edition / John Hampton, David Edlem, Joanna Hampton (two languages) // All-Ukrainian Specialized Publishing House "Medicine", 2020 - 344 p. - ISBN: 978-617-505-784-1

2. Basic and Bedside Electrocardiography /Romulo F. Baltazar: Lippincott Williams and Wilkins, 2009. – 464.

3. Bayes de Luna A. Clinical electrocardiography. A. Textbook. Wiley Blackwell, 2010. – 553.

4. Building new communications as a way to solve didactic problems in the training of physicians in the specialty "General Practice - Family Medicine" (secondary specialization) // IL Height, N.D. Chukhrienko, IV Василевська, О.І. Gaiduk, / Medical Perspectives, Volume XXII № 2 Part 1, 2017 - P. 96-98.

5. ECG in practice: 7th edition / John Hampton, David Edlem (two languages) // All-Ukrainian specialized publishing house "Medicine", 2020 - 398 p. - ISBN: 978-617-505-794-0

6. Electrocardiography for a family doctor / OJ Zharinov, VO Kuts. - Kyiv: The Fourth Wave, 2019. - 191 p. : table, ill. - Bibliogr. : p. 191.

7. Clinical electrocardiography / Skrybchyk VA, Skrybchyk YV - Lviv: Prostir-M, 2021.- 450 p.

8. Electrocardiography // VV Murashko / "MEDpress-inform", 2019.

9. Personal and professional development of adults: theory and practice: [monograph] / ed. Col. : Anishchenko OV, Banit OV, Vasylenko OV, Volyarska OS, Doroshenko NI, Zinchenko SV, Sigaeva LE; fored. Anishchenko OV - Kyiv: IPOD NAPS of Ukraine, 2016. - 354 p.

10. Peculiarities of adult learning in the system of continuing education / S. Zinchenko, T. Kotyrlo // Pedagogical innovations: ideas, realities, prospects. - 2018. - Vip. 2. - P. 40-45. - doi: <https://doi.org/10.32405/2413-4139-2018-2-40-45>

11. Workshop on electrocardiography // Zharinov OY, Kuts VO, Verezhnikova GP, Serova OD - Lviv-Kyiv, 2014. - 268 p.

12. Self-assessment and reference assessment to practical skills mastery level in interns in the specialty "General Practice – Family Medicine" as a way to improve teaching methods // Vysochyna IL, Kramarchuk VV, Bashkirova NS, Gaiduk O. AND. // Medical Perspectives, Volume XXII № 2 Part 1, 2017 - P. 92-96.

13. Titova N.M. (2018). The use of participatory approach in the psychological and pedagogical training of teachers of vocational training. World Science. 7 (35), Vol.1. doi: [org / 10.31435 / rsglobal_ws / 12072018/6044](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/12072018/6044).



14. Zimmerman F. Clinical electrocardiography. Second edition. 2019. 424 p.
ISBN 978–5-9518–0164–7, 0–07–14302–8

15. Chazov E.I. Emergency cardiology / E. I. Chazov, S. N. Tereshchenko, S. P. Golitsyn. - M.: Eksmo, 2011. - 224.

Статья отправлена: 10.01.2022 г.

© Іванов В.В



SYNTHESIS AND CHEMICAL POTENTIAL OF HYBRID STRUCTURES WITH OXADIAZOLE NUCLEI OF PYRAZOLE AND THIOPHENE

СИНТЕЗ ТА ХІМІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ГІБРИДНИХ СТРУКТУР З ОКСАДІАЗОЛЬНИМИ ЯДРАМИ ПІРАЗОЛУ ТА ТІОФЕНУ

Panasenko N. V. / Панасенко Н.В.

Ph.D., Associate Professor/ к.х.н.

Panasenko N. Yu. / Панасенко Н.Ю.

student/ студентка

Bukovinian State Medical University, 58000 Chernivtsi, Ukraine

Annotation By cyclocondensation of 4-pyrazolylamidooximes with N-cyanoacetyl-3,5-dimethylpyrazole 3-(4-pyrazolyl)-5-(1,2,4-oxadiazolyl)acetonitriles were synthesized. By interaction of these compounds with sulfur and cycloalkanones in the conditions of Gewald reaction hybrid structures with pyrazole, 1,2,4-oxadiazole and aminothiophene nuclei were produced.

Key words: hybrid structures, 3-(4-pyrazolyl)-5-(1,2,4)-oxadiazolyl acetonitriles, 4-pyrazolyl-5-(1,2,4)-oxadiazolyl-3-thienylamines, cyclocondensation

I. Introduction

Combination of several covalently bound structure fragments into one compound often modulates their characteristics or leads to emergence of new properties. This approach is attractive because it provides a significant quantity of variants of generation of wide range of new molecules for medical research and materials chemistry. It is customary to call compounds produced in this way 'hybrid', and in the recent years they were effectively used for design of bioactive scaffolds [1, 2].

II. Formulation of the problem

For the foregoing reasons it is desirable to combine three pharmacophores in one hybrid structure: pyrazole [3-5], 1,2,4-oxadiazole [6,7] and thiophene [8-11].

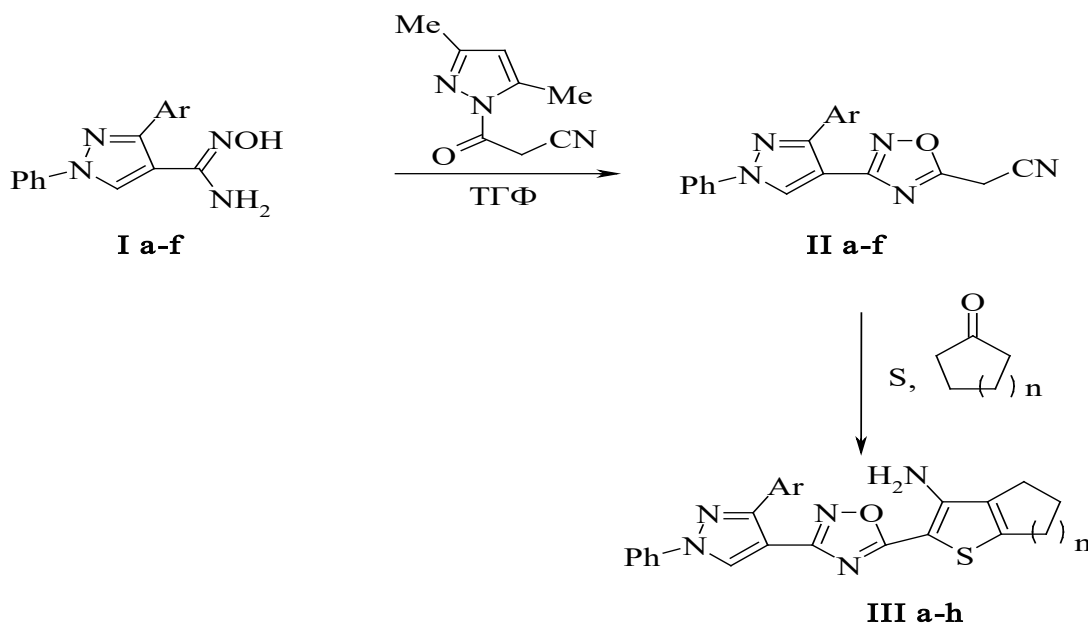
4-Pyrazolylamidooximes that we recently synthesized were chosen as key objects for building of systems of this kind **Ia-f** [12]. Their 3 hour interaction with 2,5-dimethyl-1-cyanoacetylpyrazole (as an equivalent of one-carbon electrophilic synthon) in boiling tetrahydrofuran allows to form 1,2,4-oxadiazole nucleus and to produce 3-(4-pyrazolyl)-5-(1,2,4-oxadiazolyl)acetonitriles **IIa-f** with yields of 63-76 %. As a side note, previously we performed successful synthesis of 5-substituted 1,2,4-oxadiazoles [12] by condensation of amidooximes, type **I**, with anhydrides of carboxylic acids.

It is known that 1,2,4-oxadiazole fragment is often used in the design of leading compounds as an important bio-isostere of esters and amides to achieve targeted pharmacokinetic parameters [13]. Derivatives of 1,2,4-oxadiazole are proposed as agonists of muscarinic [14,15] and benzodiazepine [16] receptors, and also as antagonists of histamine H₃ receptors [17]. Detailed patent search [18-20] demonstrated high inhibitory action of 1,2,4-oxadiazoles, exo-functionalized with aminothiophenol fragment, towards protein binding fatty acids. That's why further structural modification of the 5th position of 3-pyrazolyl 1,2,4-oxadiazole nucleus of this type with a group seems to be a convenient approach to new tricyclic hybrid structures.



III. Results

In view of this acetonitriles **IIa-f** were entered into Gewald reaction with cycloalkanones and sulfur in the presence of morpholine. As a result of this 4-pyrazolyl-5-(1,2,4-oxadiazolyl)-3-thienylamines **IIIa-h** were produced with the yields of 71-92 %.



I, II, Ar = 3-MeOC₆H₄ (a), 4-ClC₆H₄ (b), 4-BrC₆H₄ (c), 4-EtC₆H₄ (d), 4-F₂HCOC₆H₄ (e), thienyl-2 (f);

III, Ar = 3-MeOC₆H₄, n=2 (a); 4-ClC₆H₄, n=2 (b); 4-BrC₆H₄, n=1 (c), 2 (d); 4-EtC₆H₄ n=1 (e), 2 (f); 4-F₂HCOC₆H₄, n=2 (g); thienyl-2, n=2 (h)

Composition and structure of the synthesized compounds (table 1-3) were confirmed by the measured results of their chromato-mass-, IR-, and NMR spectra. IR-spectra of intermediate acetonitriles **IIa-f** in particular are characterized by the absorption bands of CN groups with low intensity in the 2192-2197 cm⁻¹ range. In the ¹H NMR spectra singlets of exocyclic methylene group are present in the 4.78-4.82 ppm range. In the IR spectra of the target products **IIIa-h** wide absorption bands of amino groups are recorded at 3435-3445 cm⁻¹. The presence of 1,2,4-oxadiazole and thienyl nuclei in their structure agrees with ¹³C NMR spectra with corresponding signals of carbon atoms: 149-150 ppm (C³_{oxadiazole}), 171 ppm (C⁵_{oxadiazole}), 93-96 ppm (C³_{thiophene}), 108-109 ppm (C⁴_{thiophene}), 117-118 ppm (C⁵_{thiophene}), 161-162 ppm C²_{thiophene}

Experimental part

IR-spectra of the compounds in the KBr tablets were recorded in the UR-20 device. The ¹H and ¹³C NMR spectra were measured using spectrometer Varian VXR-400 (399.97 and 100.613 MHz respectively) in DMSO-d₆, internal standard – TMS. Chromato-mass spectra were recorded using Agilent 1100/DAD MSD/VL G119562 device by direct injection of sample, ionization energy – 70 eV.



3-(4-Pyrazolyl)-5-(1,2,4-oxadiazolyl)acetonitriles (II a-f). Mixture of 0.01 mole of amidoxime (**I a-f**) and 1.63 g (0.01 mole) of 2,5-dimethyl-1-cyanoethylpyrazole in 15 ml THF was boiled for 3 hours. The reaction mixture was cooled down, the solvent was evaporated, and the residue was crystallized out of ethanol.

4-Pyrazolyl-5-(1,2,4-oxadiazolyl)-3-thienylamines (III a-h). Mixture of 0.001 mole of acetonitrile (**II a-e**), 0.001 mole of corresponding cycloalkanone, 0.05 g (0.0015 mole) of sulfur and 0.5 ml of morpholine in 10 ml of ethanol were mixed for 1 hour at 50°C, and then 2 hours at 20-22°C. The resulting precipitate was filtrated and crystallized out of ethanol.

Table 1 - Characteristics of the compounds
II a-f and III a-h

Compound	Formula	[M+1] ⁺	Found, % Calculated, %			T _{melt} , °C	Yield, %
			C	H	N		
II a	C ₂₀ H ₁₅ N ₅ O ₂	358	<u>66.92</u> 67.22	<u>4.13</u> 4.23	<u>19.78</u> 19.60	103-104	74
II b	C ₁₉ H ₁₂ ClN ₅ O	362	<u>62.84</u> 63.08	<u>3.25</u> 3.34	<u>19.60</u> 19.36	131-133	68
II c	C ₁₉ H ₁₂ BrN ₅ O	407	<u>55.91</u> 56.18	<u>3.09</u> 2.98	<u>17.47</u> 17.24	135-137	76
II d	C ₂₁ H ₁₇ N ₅ O	356	<u>71.24</u> 70.97	<u>4.93</u> 4.82	<u>19.47</u> 19.71	108-109	71
II e	C ₂₀ H ₁₃ F ₂ N ₅ O ₂	394	<u>61.36</u> 61.07	<u>3.21</u> 3.33	<u>17.56</u> 17.80	112-113	67
II f	C ₁₇ H ₁₁ N ₅ OS	334	<u>61.55</u> 61.25	<u>3.25</u> 3.33	<u>21.18</u> 21.01	123-125	63
III a	C ₂₆ H ₂₃ N ₅ O ₂ S	470	<u>66.32</u> 66.51	<u>4.85</u> 4.94	<u>15.16</u> 14.91	187-189	83
III b	C ₂₅ H ₂₀ ClN ₅ OS	474	<u>63.64</u> 63.35	<u>4.16</u> 4.25	<u>14.54</u> 14.78	182-184	89
III c	C ₂₄ H ₁₈ BrN ₅ OS	505	<u>56.87</u> 57.15	<u>3.68</u> 3.60	<u>14.09</u> 13.88	173-175	81
III d	C ₂₅ H ₂₀ BrN ₅ OS	519	<u>58.18</u> 57.92	<u>3.77</u> 3.89	<u>13.69</u> 13.51	191-193	87
III e	C ₂₆ H ₂₃ N ₅ OS	454	<u>68.56</u> 68.85	<u>5.20</u> 5.11	<u>15.21</u> 15.44	165-167	92
III f	C ₂₇ H ₂₅ N ₅ O ₂ S	484	<u>67.24</u> 67.06	<u>5.29</u> 5.21	<u>14.27</u> 14.48	156-158	71
III g	C ₂₆ H ₂₁ F ₂ N ₅ O ₂ S	506	<u>61.56</u> 61.77	<u>4.28</u> 4.19	<u>13.62</u> 13.85	164-166	85
III h	C ₂₃ H ₁₉ N ₅ OS ₂	446	<u>61.71</u> 62.00	<u>4.38</u> 4.30	<u>15.51</u> 15.72	148-149	79



Table 2
IR and ^1H NMR spectra of the compounds II a-f

Compound	IR spectra, ν , cm^{-1}		^1H NMR spectra, δ , ppm (J Hz)
	C $\equiv$ N	NH $_2$	
IIa	2192		3.80 c (3H, CH $_3$), 4.79 c (2H, CH $_2$), 7.00-7.55 м (7H $_{\text{arom}}$), 8.02 д (2H $_{\text{arom}}$, J 7.6), 9.18 c (1H, H 5)
IIb	2197		4.78 c (2H, CH $_2$), 7.39-7.57 м (5H $_{\text{arom}}$), 7.82 д (2H $_{\text{arom}}$, J 8.6), 8.03 д (2H $_{\text{arom}}$, J 8.6), 9.21 c (1H, H 5)
IIc	2196		4.78 c (2H, CH $_2$), 7.38-7.51 м (3H $_{\text{arom}}$), 7.65 д (2H $_{\text{arom}}$, J 8.4), 7.77 д (2H $_{\text{arom}}$, J 8.4), 8.02 д (2H $_{\text{arom}}$, J 7.6), 9.21 c (1H, H 5)
IId	2195		1.20 т (3H, CH $_3$, J 7.2), 2.66 к (2H, CH $_2$, J 7.2), 4.78 c (2H, CH $_2$), 7.29 д (2H $_{\text{arom}}$, J 8.0), 7.39 т (1H $_{\text{arom}}$, J 8.0), 7.55 т (2H $_{\text{arom}}$, J 7.8), 7.72 д (2H $_{\text{arom}}$, J 7.6), 8.02 д (2H $_{\text{arom}}$, J 7.6), 9.16 c (1H, H 5 $_{\text{pyrazole}}$)
IIe	2195		4.78 c (2H, CH $_2$), 7.27 д (2H $_{\text{arom}}$, J 8.1), 7.33 т (1H, CHF $_2$, J 7.6), 7.39 т (1H $_{\text{arom}}$, J 7.6), 7.55 т (2H $_{\text{arom}}$, J 7.6), 7.87 д (2H $_{\text{arom}}$, J 8.0), 8.02 д (2H $_{\text{arom}}$, J 8.0), 9.19 c (1H, H 5 $_{\text{pyrazole}}$)
IIf	2194		4.82 c (2H, CH $_2$), 7.17-7.65 м (4H $_{\text{arom}}$), 7.95-8.07 м (3H $_{\text{arom}}$), 9.20 c (1H, H 5)
IIIa		3435	1.71-1.75 м (4H, 2CH $_2$), 2.53-2.58 м (2H, CH $_2$), 2.71-2.73 м (2H, CH $_2$), 3.80 c (3H, CH $_3$ O), 7.01 д (1H $_{\text{arom}}$, J 8.0), 7.36-7.62 м (8H, 6H $_{\text{arom}}$ + NH $_2$), 8.01 д (2H $_{\text{arom}}$, J 7.6), 9.36 c (1H, H 5 $_{\text{pyrazole}}$)
IIIb		3438	1.70-1.73 м (4H, 2CH $_2$), 2.54-2.58 м (2H, CH $_2$), 2.70-2.73 м (2H, CH $_2$), 7.38 т (1H $_{\text{arom}}$, J 7.8), 7.52-7.59 м (4H $_{\text{arom}}$), 7.65 c (2H, NH $_2$), 7.92 д (2H $_{\text{arom}}$, J 7.6), 8.01 д (2H $_{\text{arom}}$, J 7.6), 9.39 c (1H, H 5 $_{\text{pyrazole}}$)
IIIc		3445	2.29-2.33 м (2H, CH $_2$), 2.67-2.71 м (2H, CH $_2$), 2.78-2.82 м (2H, CH $_2$), 7.39 т (1H $_{\text{arom}}$, J 7.8), 7.52-7.68 м (6H, 4H $_{\text{arom}}$ + NH $_2$), 7.86 д (2H $_{\text{arom}}$, J 7.6), 8.00 д (2H $_{\text{arom}}$, J 7.6), 9.38 c (1H, H 5 $_{\text{pyrazole}}$)
IIId		3440	1.72-1.76 м (4H, 2CH $_2$), 2.53-2.57 м (2H, CH $_2$), 2.69-2.73 м (2H, CH $_2$), 7.40 т (1H $_{\text{arom}}$, J 7.8), 7.52-7.70 м (6H, 4H $_{\text{arom}}$ + NH $_2$), 7.85 д (2H $_{\text{arom}}$, J 7.6), 8.01 д (2H $_{\text{arom}}$, J 7.6), 9.39 c (1H, H 5 $_{\text{pyrazole}}$)
IIIe		3442	1.05 т (3H, CH $_3$, J 7.2), 2.30-2.34 м (2H, CH $_2$), 2.62-2.69 м (4H, 2CH $_2$), 2.82-2.86 м (2H, CH $_2$), 7.30 д (2H $_{\text{arom}}$, J 7.4), 7.39 т (1H $_{\text{arom}}$, J 7.6), 7.56-7.64 м (4H, 2H $_{\text{arom}}$ + NH $_2$), 7.80 д (2H $_{\text{arom}}$, J 7.6), 8.01 д (2H $_{\text{arom}}$, J 7.6), 9.35 c (1H, H 5 $_{\text{pyrazole}}$)
IIIf		3444	1.25 т (3H, CH $_3$, J 7.2), 1.70-1.75 м (4H, 2CH $_2$), 2.51-2.55 м (2H, CH $_2$), 2.65-2.72 м (4H, 2CH $_2$), 7.28 д (2H $_{\text{arom}}$, J 7.6), 7.38 т (1H $_{\text{arom}}$, J 7.8), 7.51-7.63 м (4H, 2H $_{\text{arom}}$ + NH $_2$), 7.79 д (2H $_{\text{arom}}$, J 7.8), 8.00 д (2H $_{\text{arom}}$, J 7.8), 9.34 c (1H, H 5 $_{\text{pyrazole}}$)
IIIg		3442	1.71-1.75 м (4H, 2CH $_2$), 2.54-2.58 м (2H, CH $_2$), 2.70-2.74 м (2H, CH $_2$), 7.13-7.38 м (3H, OCHF $_2$ + 2H $_{\text{arom}}$), 7.40 т (1H $_{\text{arom}}$, J 7.6), 7.50-7.66 м (4H, 2H $_{\text{arom}}$ + NH $_2$), 7.94 д (2H $_{\text{arom}}$, J 8.4), 8.01 д (2H $_{\text{arom}}$, J 8.4), 9.39 c (1H, H 5 $_{\text{pyrazole}}$)
IIIh		3440	1.74-1.79 м (4H, 2CH $_2$), 2.54-2.58 м (2H, CH $_2$), 2.75-2.79 м (2H, CH $_2$), 7.18 д (1H thiophene, J 6.8), 7.41 т (1H $_{\text{arom}}$, J 7.6), 7.55-7.64 м (3H $_{\text{arom}}$), 7.69 c (2H, NH $_2$), 7.98 д (2H $_{\text{arom}}$, J 7.8), 8.20 c (1H $_c$), 9.39 c (1H, H 5 $_{\text{pyrazole}}$)



Table 3
¹³C NMR spectra of the compounds III a-h

Compound	δ , ppm										
	CH ₂	C ³ _{thiophene}	C ⁴ _{thiophene}	C ⁵ _{thiophene}	C ⁴ _{pyrazole}	C ⁵ _{pyrazole}	C ³ _{oxadiazole}	C ³ _{pyrazole}	C ² _{thiophene}	C ⁵ _{oxadiazole}	Ar
III a	25.75, 26.50 30.81, 31.97	96.86	109.03	117.25	129.56	129.86	150.50	160.34	161.23	171.82	55.09 (OCH ₃), 114.06, 114.44, 118.82, 121.14, 122.08, 129.04, 131.57, 133.43, 138.21
III b	22.14, 22.68 23.76,2 5.02	96.87	109.08	117.26	129.83	131.03	149.43	160.42	161.06	171.86	118.74, 127.08, 127.93, 129.50, 130.60, 131.74, 133.33, 138.82
III c	26.81, 27.95, 29.05	93.72	109.15	117.31	128.47	129.88	150.27	159.61	161.17	171.54	117.48, 126.57, 127.84, 129.14, 130.62, 131.87, 133.89, 137.94
III d	22.13, 22.67, 23.75, 25.01	96.87	109.05	117.26	129.50	129.82	149.47	160.40	101.05	171.63	118.76, 121.98, 127.13, 130.84, 130.90, 131.37, 131.70, 138.80
III e	26.95,2 8.53, 29.50	93.29	108.99	118.70	128.83	129.56	150.74	161.70	162.41	171.28	15.50 (CH ₂), 28.01 (CH ₂), 121.68, 126.97, 127.31 131.52, 132.07, 138.93, 139.65, 144.23
III f	22.15, 22.69, 23.73, 25.03	96.91	108.91	117.72	129.54	129.73	150.78	160.29	161.27	171.80	15.49 (CH ₃), 28.00 (CH ₂), 118.71, 126.97, 127.29 128.83, 129.85, 131.37, 138.93, 144.21
III g	22.13, 22.68, 23.75, 25.61	96.88	109.01	117.26	129.58	129.83	151.15	160.37	161.11	171.83	116.24 τ (CHF ₂ , J 22.45 Hz), 118.03, 118.83, 127.05, 129.14, 130.57, 131.54, 138.85, 149.72
III h	22.17, 22.70, 23.78, 25.66	96.78	109.27	117.28	129.65	129.87	150.64	160.55	161.04	171.83	118.47, 126.96, 127.13, 128.58, 132.43, 134.04, 138.60, 144.77



IV. Conclusions

1. A preparatively convenient method of 4-pyrazolyl-5-(1,2,4-oxadiazolyl)-3-thienylamines synthesis was developed. It includes consecutive transformation of 4-pyrazolylamidooximes into 3-(4-pyrazolyl)-5-(1,2,4-oxadiazolyl)acetonitriles.
2. Their interaction with sulfur and cycloalkanones in conditions of Gewald reaction was studied.

References

1. Mehta G., Singh V. Hybrid systems through natural product leads: an approach towards new molecular entities // *Chem. Soc. Rev.* – 2002. - vol. 31. – P. 324-334.
2. Meunier B. Hybrid molecules with a dual mode of action: dream or reality // *Acc. Chem. Res.* – 2008. – vol. 41. – P. 69-77.
3. Kumar H., Saini D., Jain S., Jain N., Pyrazole scaffold: a remarkable tool in the development of anticancer agents // *Eur. J. Med. Chem.* – 2013. – Vol. 70. – P. 248-258.
4. Perez-Fernandez R., Goya P., Elguero J. A review of recent progress (2002-2012) on the biological activities of pyrazoles // *Arkivoc.* – 2014. – Vol. II. – P. 233-293.
5. Datar P. A., Jadhav S. R. Development of pyrazole compounds as antidiabetic agent: a review // *Lett. Drug Design Discovery.* – 2014. – Vol. 11. – P. 686-703.
6. Bora R. O., Dar B, Prodhan V. et al. [1,2,4]-Oxadiazoles: synthesis and biological applications // *Mini Rev. Med. Chem.* – 2014. – Vol. 14. – P. 355-369.
7. Zhu J, Ye Y, Ning et al. Design, synthesis, and structure-activity relationships of 3,4,5-trisubstituted 4,5-dihydro-1,2,4-oxadiazoles as TGR5 agonists // *Chem. Med. Chem.* – 2013. – Vol. 8. – P. 1210-1223.
8. Behbehani H, Ibrahim H. M, Makhseed S et al. 2-Aminothiophenes as building blocks in heterocyclic synthesis: synthesis and antimicrobial evaluation of a new class of pyrido[1,2-a]thieno[3,2-e]pyrimidine, quinoline and pyridin-2-one derivatives // *Eur. J. Chem. Med. Chem.* – 2012. – Vol. 52. – P. 51-65.
9. Fogue P. S, Lunga P. K., Fondjo E. S. et al. Substituted 2-aminothiophenes: antifungal activities and effect on *Microsporium gypseum* protein profile // *Mycoses.* – 2012. – Vol. 55, № 4. –P. 310-307.
10. Aurelio L., Christopoulos A., Flynn B.L. et al. The synthesis and biological evaluation of 2-amino-4,5,6,7,8,9-hexahydrocycloocta[b]thiophenes as allosteric modulators of the A₁ adenosine receptor // *Bioorg. Chem. Lett.* – 2011. – Vol. 21. – P. 3704-3707.
11. Aurelio L., Figler H., Flynn B. L. et al. 5-Substituted 2-aminothiophenes as A₁ adenosine receptor allosteric enhancers // *Bioorg. Med. Chem.* – 2008. – Vol. 16. – P. 1319-1327.
12. Bratenko M. K., Panasenکو N. V., Vovk M. V. Synthesis novykh pokhidnykh 3-(pirazol-4-il)-1,2,4-oksadiazolu // *Nauk. Visn. Chernivetskoho. Univer.* – 2012. – Vyp. 606. – S. 19-23.
13. Young J. R., Devita R. J. Novel Synthesis of oxadiazoles via palladium catalysis // *Tetrahedron lett.* – 1998. – Vol. 39. – P. 3931-3934.



14. Messer W. S., Abuh Y. F., Liu Y. et al. Synthesis and biological characterization of 1,4,5,6-tetrahydropyrimidine and 2-amino-3,4,5,6-tetrahydropyridine derivatives as selective m_1 agonists // J. Med. Chem. – 1997.– Vol. 40. – P. 1230-1246.
15. Orlek B. S., Blaney F. E., Brown F. et al. Comparison of azabicyclic esters and oxadiazoles as ligands for the muscarinic receptor // J. Med. Chem. – 1991. – Vol. 34. – P. 2726-2735
16. Watjen F., Baker R., Engelstoff M. et al. Novel benzodiazepine receptor partial agonists: oxadiazolyimidazobenzodiazepines // J. Med. Chem. – 1989. – Vol. 32. – P. 2282-2291
17. Clitherow J. W., Beswick P., Irving W. J. et al. Novel 1, 2, 4-oxadiazoles as potent and selective histamine H_3 receptor antagonists // Bioorg. Med. Chem. Lett. – 1996. – Vol. 6. – P. 833-838.
18. Pat. WO 2014040938 (A1) Non-annulated thiophenylamides as inhibitors of fatty acid binding protein (fabp) 4 and /or 5 / Buettelmann B., Ceccarelli S., Kuehne H., Kuhn B., Neidhart W., Obst S. U., Richter H. Publ. 20.03.2014. // [http // espacenet.com](http://espacenet.com)
19. Pat. US 2015183778 (A1) New non-annulated thiophenylamides / Buettelmann B., Ceccarelli S., Kuehne H., Kuhn B., Neidhart W., Obst S. U., Richter H. Publ. 02.07.2015. // [http // espacenet.com](http://espacenet.com)
20. Pat. WO 2013189841 (A1) New bicyclic thiophenylamide compounds / Buettelmann B., Ceccarelli S., Kuehne H., Kuhn B., Neidhart W., Obst S. U., Richter H. Publ. 27.12.2013 // [http // espacenet.com](http://espacenet.com)



УДК 631.53.01:631.56

**POLIFUNCTIONAL EFFICIENCY OF USING NANOCHELATE
FERTILIZERS IN GROWING TECHNOLOGIES SUGAR BEETS**
**ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ НАНОХЕЛАТНИХ
ДОБРИВ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ**

Grinenko L. I. / Гриненко Л. И.*st. / студент**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***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*

Анотація. Наведено результати досліджень комплексу нанохелатних мікродобрив Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus виробництва Fananvar Sepehr Parmis «Natural Fertilisers» Limited (Ірландія) в системі підживлення буряків цукрових. Комбіноване використання наночасток металів позитивно позначається на активізації процесів фотосинтезу через формування більшої площі листової поверхні, сприяє синтезу фотосинтетичних пігментів у листках, вміст яких також неабияк змінюється залежно від фону живлення, і водночас вони виступають в ролі індикаторів стресостійкості рослин. Використання нанохелатних мікродобрив для підживлення посівів буряків цукрових стимулюють ріст та розвиток рослин; сприяють активному наростанню вегетативної маси та покращенню функціонування фотосинтетичного апарату рослин; збільшують масу і розмір коренеплодів; підвищують урожайність культури та вміст цукрів у коренеплодах.

Ключові слова: буряки цукрові, підживлення, нанохелатні мікродобрива, асиміляційна поверхня, врожайність, вміст цукру, вихід цукру.

Вступ.

Відомо, що від розмірів та ефективності функціонування асиміляційної поверхні рослин буряків цукрових залежить як урожайність коренеплодів, так і загальна маса рослин, причому у формуванні їх продуктивності листовому апарату належить основна роль. Листкова поверхня буряків цукрових упродовж вегетаційного періоду змінюється залежно від стану розвитку рослин та їх потреб у кількості продуктів фотосинтезу, які формуються асиміляційним апаратом рослин [1, 2]. Дефіцит мікроелементів призводить до появи фізіологічних захворювань коренеплодів (наприклад, хлорозу серцевинних



листіків, загнивання кореня, потемніння м'якоті, утворення отворів та щільних судин у коренеплоді, а отриманий врожай має погану якість і лежкість). Нестача мікроелементів посилюється за надмірного внесення азотних, калійних добрив та вапна, а також в умовах посухи [3-5].

Умови і методи досліджень.

Мета досліджень – з'ясувати вплив вивчали ефективність використання комплексу нанохелатних мікродобрив Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus виробництва Fananvar Sepehr Parmis «Natural Fertilisers» Limited (Ірландія) в системі підживлення буряків цукрових. Випробування нанохелатних добрив у технології вирощування буряків цукрових проведені в умовах ФГ «Расавське» (с. Ліщинка, Кагарлицького району Київської області). Підживлення посівів нанохелатними добривами здійснювали в строки, рекомендовані виробником: 4–5, 6–7, 8–9 пар листків на фоні внесення мінеральних добрив: NPK з осені 120:80:120 д.р. + підживлення карбамідом (46 % азот) по діючій речовині 6,5 кг/га чотири рази за вегетацію до і після змикання рядків: у 100 л води розчиняють 6-10 кг карбаміду за фізичною вагою, двічі підживлювали борними добривами: від фази 6-го листка до фази змикання листків у міжряддях розчином борної кислоти (500 г/га).в нормі $N_{200}P_{80}K_{120}$. Водні розчини добрив готували перед обприскуванням, яке виконували увечері після 18 год. обприскувачем ОП-2000.

Упродовж виконання обсягів досліджень проводили наступні обліки та спостереження: фенологічні спостереження за ростом та розвитком рослин під час вегетації; визначення площі листкової поверхні рослин буряків цукрових; аналіз динаміки накопичення маси листя і коренеплодів упродовж вегетаційного періоду; визначення урожайності, цукристості та технологічні якості коренеплодів. Площу листкової поверхні визначали методом висічок, фотосинтетичний потенціал і чисту продуктивність фотосинтезу – розрахунковим методом за методикою А. О. Ничипоровича. Збирання буряків цукрових здійснювали в пізні строки (01.10). Основні аналізи та обліки на посівах буряків цукрових виконували згідно з вимогами Методики проведення досліджень у буряківництві (Роїк М. В., Гізбуллін Н. Г., Сінченко В. М., Присяжнюк О. І., 2014). Технологічну якість коренеплодів визначали в лабораторії ПАТ «Кагарлицький цукровий завод».

Результати досліджень та їх обговорення.

Встановлено, що у фазу змикання рослин у міжряддях на фоновому варіанті досліджень площа листкової поверхні була 23,4 тис. m^2 /га, за підживлення комплексом нанохелатних мікродобрив Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus – 24,8 тис. m^2 /га, що на 1,40 тис. m^2 /га (на 5,98 %) більше за фон; в період інтенсивного росту (після трьох етапів внесення) – 32,1 та 34,8 тис. m^2 /га з різницею показників 2,70 тис. m^2 /га або 8,41 %; у фазу розмикання лисків у міжряддях, після останнього етапу внесення нанохелатних мікродобрив, площа листкової поверхні за рахунок їх внесення перевищувала фоновий варіант досліду на 12,5 % і досягала 24,3 тис. m^2 /га (табл. 1).

На варіанті досліду з застосуванням позакореневого підживлення Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus фотосинтетичний потенціал був вищим в усі



періоди росту та розвитку рослин буряків цукрових і у фазу змикання листків у міжряддях перевищував фон на 3,23 %, в період інтенсивного росту – на 7,23 % і у фазу розмикання листків у міжряддях – на 9,88 %. Відмінності у формуванні чистої продуктивності фотосинтезу посівами буряків цукрових в першу чергу пов'язані з тим, що розрахунок цього показника виконується на одиницю площі листової поверхні за добу. Тобто, у випадках, коли застосування мікродобрив збільшує площу листової поверхні та певною мірою активізує процеси фотосинтезу, тому нами отримано більшу кількість сухої речовини з розрахунку на одиницю площі, порівняно з фоновим варіантом.

Таблиця 1 – Вплив позакореневого підживлення на діяльність асиміляційної поверхні буряків цукрових, середнє за 2018–2020 рр.

Підживлення нанохелатними мікродобривами	Період росту та розвитку		
	змикання листків у міжряддях	період інтенсивного росту (10.08)	розмикання листків у міжряддях (10.09)
Площа листової поверхні, тис. м ² /га			
Фон (N ₂₀₀ P ₈₀ K ₁₂₀)	23,4	32,1	21,6
Фон + Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus	24,8	34,8	24,3
+ до фону	1,4	2,7	2,7
Приріст до фону, %	5,98	8,41	12,50
Фотосинтетичний потенціал посівів, млн м ² × діб /га			
Фон (N ₂₀₀ P ₈₀ K ₁₂₀)	0,62	0,83	0,81
Фон + Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus	0,64	0,89	0,89
+ до фону	0,02	0,06	0,08
Приріст до фону, %	3,23	7,23	9,88
Чиста продуктивність фотосинтезу, г сух. реч. на м ² лист. пов. за добу			
Фон (N ₂₀₀ P ₈₀ K ₁₂₀)	8,5	10,0	4,7
Фон + Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus	8,7	10,1	4,9
+ до фону	0,2	0,1	0,2
Приріст до фону, %	2,35	1,00	4,26
Маса коренеплоду			
Фон (N ₂₀₀ P ₈₀ K ₁₂₀)	189,8	297,5	452,6
Фон + Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus	204,4	313,9	471,1
+ до фону	14,6	16,4	18,5
Приріст до фону, %	7,69	5,51	4,09
Надземна маса			
Фон (N ₂₀₀ P ₈₀ K ₁₂₀)	306,3	285,8	210,4
Фон + Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus	333,6	301,6	225,8
+ до фону	27,3	15,8	15,4
Приріст до фону, %	8,91	5,53	7,32



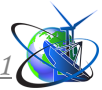
Важливим показником продуктивності є динаміка наростання маси коренеплодів та листків буряків цукрових. Так, станом на період змикання листків буряків цукрових у міжряддях маса коренеплоду на фоновому варіанті була 189,8 г, за внесення нанохелатних мікрободлив зростала до 204,4 г, перевищуючи фон на 14,6 г або 7,69 % відповідно. Вага окремих коренеплодів на ділянках з внесенням комплексного нанохелатного мікрободлива Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus досягала 1,3-1,5 кг, тоді як на фоновому – 1,1 кг. Врожай коренеплодів на ділянках з внесенням комплексу нанохелатних мікрободлив Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus становив 47,0 т/га, перевищуючи на 1,50 т/га (3,30 %) фоновий варіант досліду з урожайністю 45,5 т/га (табл. 2). Уміст цукру в коренеплодах за внесення нанохелатних мікрободлив Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus збільшувався на 1,25 % і становив 16,2 %; вихід цукру з одиниці площі – на 4,11 % і досягав 7,6 т/га відповідно.

Таблиця 2 – Структура врожаю буряків цукрових за підживлення комплексом нанохелатних мікрободлив, (середнє за 2018–2020 рр.)

Підживлення нанохелатними мікрободливами	Середня вага коренеплоду, г	Максимальна вага коренеплоду, г	Середня врожайність, т/га	Уміст цукру, %	Вихід цукру, т/га
Фон (N ₂₀₀ P ₈₀ K ₁₂₀)	581	1338	45,5	16,0	7,3
Фон + Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus	634	1512	47,0	16,2	7,6
+ до фону	53,0	174,0	1,5	0,2	0,3
Приріст до фону, %	9,12	13,0	3,3	1,25	4,11

Висновки.

Нанопрепарати, впливаючи на складно організовані в генетичному відношенні рослини сучасних сортів та гібридів сільськогосподарських культур через комплексні зміни протікання фізіологічних та біохімічних процесів та реалізації їх генетичного потенціалу в умовах постійно діючих абіотичних та біотичних чинників, сприяють забезпеченню рослинного організму енергетичними та адаптивними ресурсами. Використання нанохелатних мікрободлив дозволили встановити їх ефективність в системі підживлення буряків цукрових, оскільки при цьому відмічено: підвищення показників асиміляційної поверхні буряків цукрових, збільшення маси коренеплодів на 9,12 %, зростання урожайності культури – на 3,3 % %, умісту цукру в коренеплодах – на 1,25 %, покращення технологічних показників якості коренеплодів. Загалом нанохелатні мікрободлива Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus сприяли інтенсифікації накопичення маси коренеплодів та надземної маси буряків цукрових, оскільки у цілому фізіологічні процеси в рослинах буряків цукрових були активовані і значно прискорені.



Литература:

1. Сінченко В.М., Шамсутдінова А.В. Вплив позакореневого підживлення мікродобривами на стан рослин буряків цукрових. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2016. № 24. С. 28-34.
2. Сінченко, В. М., Аскарів, В. Р. Вплив мікродобрив та фунгіцидів на біологічні параметри та продуктивність цукрових буряків. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*. 2016. № 9. С. 58–61.
3. Сінченко, В. М., Пиркін, В. І., Широкоступ, О. В. Біологічні особливості розвитку буряків цукрових в Україні. *Цукрові буряки*. 2018. № 3. С. 4–7.
4. Сінченко, В. М., Широкоступ, О. В., Пиркін, В. І. Науково-виробничий досвід отримання високих врожаїв буряків цукрових. *Цукрові буряки*. 2017. № 2. С. 8–10.
5. Таран Н. Ю., Ситар О. В., Каленська С. М., Новицька Н.В., Гарбар Л. А. Вплив азотного живлення та наночастинок металів на вміст пігментів у рослинах сої. *Таврійський вісник*. 2010. № 71. С. 56–62.

Abstract. The results of research of the complex of nanochelate microfertilizers Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus produced by Fananvar Sepehr Parmis "Natural Fertilizers" Limited (Ireland) in the system of feeding sugar beets are presented. The combined use of metal nanoparticles has a positive effect on the activation of photosynthesis through the formation of a larger leaf surface area, promotes the synthesis of photosynthetic pigments in the leaves, the content of which also varies depending on the nutritional background. The use of nanochelate microfertilizers to fertilize sugar beet crops stimulates plant growth and development; contribute to the active growth of vegetative mass and improve the functioning of the photosynthetic apparatus of plants; increase the weight and size of roots; increase crop yields and sugar content in root crops.

Key words: sugar beets, fertilization, nanochelate microfertilizers, assimilation surface, yield, sugar content, sugar yield.

Стаття надіслана: 22.02.2022 г.

© Новицкая Н. В.



УДК 636.085:633.361

NUTRITIONAL VALUE OF FEED OF ALFALUM-CEREAL GRASSES DEPENDING ON FERTILIZATION IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT BANK

Svystunova I.,*Ph.D., associate professor,***Poshkrebnev V.***student,***Burko L.***Ph.D., associate professor,***Prorochenko T.,***Ph.D., associate professor,***Chumachenko I.,***Ph.D., associate professor,**National university of life and environmental sciences of Ukraine, Kiev***Poltoretskyi S.,***d. a. s., professor,**Uman national university of horticulture, Ukraine***Hudz N.,***Ph.D., senior researcher,***Tarasov O.,***Ph.D., senior researcher, Head of the Laboratory of Zoonotic Diseases and Risk Assessment**Institute of Veterinary Medicine of the NAAS, Kyiv, Ukraine*

Abstract. The results of research on the influence of mineral fertilizers on the nutritional value of forage of alfalfa grasses are presented. It was found that the application of nitrogen fertilizers significantly improves the supply of feed to digestible protein in cereal crops. Nitrogen fertilizers in the norm of N_{60} on the background of $P_{60}K_{90}$ on cereal grassland increased the supply of feed unit with digestible protein by 26 g, on alfalfa and alfalfa-grass grasslands - by 5-14 g.

Key words: alfalfa-cereal grass mixtures, feed nutrition, feed unit, metabolic energy.

Introduction.

One of the ways to increase the economic efficiency of the livestock industry is to actively involve natural forage lands in the formation of the fodder base of farms. The total area of such lands in Ukraine is approximately 7.8 million hectares, including 1 million hectares in the right-bank forest-steppe. However, their average productivity rarely exceeds 1.0-1.2 t / ha of feed units.

The nutritional value and productivity of perennial forage grasses significantly depend on soil and climatic conditions, species and varietal composition of meadow grasses, the mode of their use, norms and terms of application of mineral fertilizers and other agronomic techniques [1, 2, 5].

One of the effective means of increasing the productivity and nutrition of the fodder mass of meadow grasses is the introduction of leguminous grasses into their composition. The leading place among leguminous components of meadow perennial phytocenoses is occupied by alfalfa, a culture that actively uses the moisture reserves of the autumn-winter period to form a high yield of vegetative mass even in the spring drought [3, 6, 8].



Among the technological factors to increase the productivity and nutritional value of fodder sown legume-cereal meadow phytocenoses, the most controversial is the application of mineral fertilizers, especially nitrogen. On nitrogen-poor soils, as a result of a high level of biological fixation of atmospheric nitrogen by legumes of symbiotic nitrogen from the atmosphere, crops form a higher yield of vegetative mass. In soils rich in nitrogen, legumes significantly reduce their potential for nitrogen fixers. In general, meadow phytocenoses of different botanical composition react positively to the application of mineral fertilizers [4, 7, 9].

The purpose of the research is to study the influence of technological methods of growing alfalfa-grass mixtures on fodder nutrition in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe.

Materials and methods of research.

Field experiments were conducted in 2014-2016 in the research field of the Department of Forage Production, Land Reclamation and Meteorology (SE NULES of Ukraine "Agronomic Research Station"). The technology of growing perennial grasses is generally accepted for the Forest-Steppe of the Right Bank of Ukraine, except for the factors that have been studied. Phosphorus and potassium fertilizers in the norm of $P_{60}K_{90}$, were applied annually in autumn according to the scheme of the experiment. Nitrogen fertilizers in the norm of N_{60} were applied in three steps: N_{20} in the spring on permafrost soil and after the first and second mowings - on N_{20} . Grass treatment with Fumar growth stimulator was performed at the beginning of regrowth of grasses of each slope at a dose of 2 l / ha with a water consumption of 200 l / ha in the period. The soil of the experimental field is typical low-humus chernozem. The content of humus in the arable layer - 4.2-4.6%, mobile phosphorus (according to Machigin) - 40-55 mg / kg of soil, exchangeable potassium - 150-165 mg / kg of soil, easily hydrolyzed nitrogen (according to Cornfield) - 140-160 mg / kg, pH of the salt extract - 6,7-7,0.

Research results and their discussion. When using the obtained grass fodder in animal feed, it is important to evaluate it according to the indicators provided by the current standards of Ukraine for the evaluation of feed quality. According to the obtained data, the content of feed units in the dry mass of different types of grass stands was 73-82%, metabolic energy - 8.6-9.5 MJ / kg, the supply of one feed unit with digestible protein - 107-174 g (table).

It is established that the inclusion of alfalfa sowing in the composition of alfalfa-cereal grass mixtures contributed to the increase in the content of feed units in the dry weight of grass from 73-75 to 76-78%, and the content of metabolic energy - from 8.6-8.8 to 8.9-9.2 MJ / kg compared to pure cereals.

Comparing the obtained values of these indicators on alfalfa-grass stands with single-species sowing of alfalfa, it was determined that alfalfa sowing is characterized by slightly higher nutritional value and energy consumption. Its dry mass contained 4-6% more feed units and 0.3-0.5 MJ / kg more metabolic energy. Under the influence of fertilizer, the parameters of nutrition and energy intensity changed little, there was only a tendency to increase the parameters of these indicators. The supply of feed unit with digestible protein in the studies was quite high and, depending on the effect of the studied factors was 107-174 g. This indicator was mostly influenced by symbiotic



Nutrition, energy consumption of dry mass and provision of fodder unit with digestible protein of meadow grasses depending on fertilizer

Fertilization	The content of feed units. %	Exchange energy content. MJ / kg	Security feed unit digestible protein. g
Medicago sativa			
No fertilizers	81	9.4	151
P ₆₀ K ₉₀	82	9.5	154
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	82	9.5	164
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Fumar	82	9.5	170
Medicago sativa + Festuca orientalis + Festuca pratensis			
No fertilizers	76	9.0	152
P ₆₀ K ₉₀	77	9.1	155
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	76	9.2	160
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Fumar	77	9.2	167
Medicago sativa + Festuca orientalis + Dactylis glomerata			
No fertilizers	76	9.0	155
P ₆₀ K ₉₀	78	9.1	152
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	77	9.2	165
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Fumar	77	9.2	168
Medicago sativa + Bromopsis inermis + Lolium perenne			
No fertilizers	76	8.9	158
P ₆₀ K ₉₀	77	9.1	158
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	78	9.1	168
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Fumar	77	9.2	174
Medicago sativa + Bromopsis inermis + Festuca orientalis			
No fertilizers	76	9.0	156
P ₆₀ K ₉₀	77	9.1	158
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	76	9.2	172
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Fumar	77	9.2	173
Bromopsis inermis + Festuca orientalis (cereal grassland)			
No fertilizers	73	8.6	107
P ₆₀ K ₉₀	74	8.7	112
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	75	8.8	138
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Fumar	75	8.8	143
Zootechnical norm	70–100	8–11	110–115
SSD ₀₅ , %	4,5	1,2	12

and mineral nitrogen. With the inclusion of alfalfa in cereals, as well as in pure alfalfa crops in the absence of nitrogen fertilizer, the supply of feed unit digestible protein increased from 107-112 g to 151-174 g or 44-62 g, for the introduction of mineral nitrogen - from 138- 143 g to 160-174 g or 22-31 g. Among legume-cereal grass



mixtures, no significant difference was observed in the supply of the feed unit with digestible protein.

The application of nitrogen fertilizers improved the supply of the feed unit with digestible protein more significantly on cereal grass crops than on alfalfa and alfalfa-grass stands. Nitrogen fertilizers in the norm of N_{60} on the background of $P_{60}K_{90}$ on cereal grassland increased the supply of feed unit with digestible protein by 26 g, on alfalfa and alfalfa-grass grasslands - by 5-14 g. The highest nutritional value of fodder on this indicator on all grasses was noted for the introduction of $N_{60}P_{60}K_{90} + \text{Fumar}$ and was on alfalfa and alfalfa grasses - 167-174 g (excess to control 13-19 g), on grasses - 143 g (increase to control was 36 d).

Conclusions.

The application of nitrogen fertilizers significantly improves the supply of the feed unit with digestible protein in cereal crops. Nitrogen fertilizers in the norm of N_{60} on the background of $P_{60}K_{90}$ on cereal grassland increased the supply of feed unit with digestible protein by 26 g, on alfalfa and alfalfa-grass grasslands - by 5-14 g.

Bibliography:

1. Ковтун К. П., Векленко Ю. А., Сидорук Г.П., Л. І. Безвугляк, Ящук В. А. Вплив способів сівби та просторового розміщення компонентів на хімічний склад фітомаси двокомпонентних люцерно-злакових сумішок в умовах лісостепу правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2018: 85: 94-100.
2. Кургак В. Г., Волошин В. М. Підвищення ефективності використання багаторічних бобових трав на луках України. *Посібник українського хлібороба «Біологізація землеробства»*. К., 2017. 1: 288–291.
3. Оліфірович В.А., Векленко Ю.А. Підвищення ефективності вирощування люцерно-злакових та лядвенцево-злакових сумішок на еродованих схилах. *Корми і кормовиробництво*. 2021. 91: 93-102.
4. Панахид Г.Я., Коник Г.С., Котяш У.О. Формування новостворених бобово-злакових лучних травостоїв залежно від різних видів удобрення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. 65: 114–124.
5. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В., Векленко Ю.А. Наукові основи інтенсифікації виробництва кормів на луках та пасовищах України. *Корми і кормовиробництво*. 2020. 89: 10-22.
6. Petrychenko V., Bohovin A. and Kurhak V. More efficient use of grassland under climate warming. Grassland – a European Resource?: *Proceedings of the 24th General Meeting of the European Grassland Federation*. Lublin, Poland. 3–7. 2012: 151–153.
7. Peyraud J. L. Peeters A. The role of grassland based production system in the protein security. The multiple roles of grassland in the European bioeconomy: *Proceedings of the 26th General Meeting of the European Grassland Federation*. Trondheim, Norway. 4–8 September 2016: 29–43.
8. Karbivska U.M. Accumulation of root mass of legumes and its influence on the nutrient regime of sod-podzolic soil. *Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*. 2020. 67(I). 84-97.



9. Kovtun K.P., Veklenko Yu.A., Yashchuk V.A. Formation of phytocenosis and productivity of sainfoin-cereal grass mixtures depending on the methods of sowing and spatial distribution of species in the conditions of the right-bank *Forest-Steppe*. *Feed and feed production*, 2020. 89. 112-120.

© Svystunova I., Poshkrebnov V., Burko L., Prorochenko T., Chumachenko I.,
Poltoretskyi S., Hudz N., Tarasov O.



CONTENTS

Electrical engineering

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-025> 3

ELECTROTECHNICAL MOBILE LABORATORY:
MICROPROCESSOR CONTROL SYSTEM FOR ELECTRIC POWER
EQUIPMENT

Isaev I.A., Isaeva L.A.

Electrical engineering. Electronics. Nuclear engineering

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-013> 10

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF TEMPERATURE ON
THE POSITION OF MATERIALS ON THE THERMAL OPERATION
OF A HIGH-TEMPERATURE INSTALLATION

Hlushchenko O., Yemelyanov O.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-027> 18

SELECTION AND SUBSTANTIATION OF ENERGY-TECHNOLOGICAL
SCHEME OF PLANT BIOMASS THERMOCHEMICAL CONVERSION

Sklyarenko E.V., Vorobiov L.Y.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-068> 31

QUANTITATIVE EMISSIONS OF SUSPENDED SOLID PARTICLES
AT DIFFERENT COMBUSTION TECHNOLOGIES

Sheleshei T.V., Bednarska I.S., Мепензеп II.II., Budya Yu.S

Animal products. Cereals and grain. Milling industry

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-024> 37

DEVELOP RECIPES FOR RATIONS FOR SUCKLING YOUNG
OF MEAT COMOLA SIMMENTAL IN THE STALL PERIOD
OF CULTIVATION IN THE WESTERN CARPATHIANS

Kalynka A.K., Prylipko T.M., Korkh I.V.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-029> 44

PRIORITIES OF INTERNATIONAL LEGAL BASIS FOR QUALITY
CONTROL AND SAFETY OF DAIRY PRODUCTS IN UKRAINE

Prylipko T.M., Kirika D.V.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-061> 50

USE OF CHERRY-BEET PUREE-SEMI-FINISHED PRODUCT IN
TECHNOLOGY OF FROZEN DESSERTS FOR RESTAURANT
ESTABLISHMENTS

Ushchapovskiy A.O.



<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-063> 55

BIOFILMS AS A PHENOMENON IN THE SUGAR INDUSTRY

Sheiko T., Zaslavskiy O., Stanislaviv S.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-064> 59

EXPERIENCE OF APPLICATION OF ELECTROCHEMICALLY
ACTIVATED SOLUTIONS IN THE TECHNOLOGICAL PROCESS
OF SUGAR PRODUCTION

Tkachenko S., Sheiko T., Zaslavskiy O., Stanislaviv S.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-067> 64

ANALYSIS OF THE QUALITY AND BIOCHEMICAL COMPOSITION
OF FRESH AND FERMENTED CUCUMBERS

*Voitsekhivskiy Volodymyr, Hladun Andriy, Tkachuk Svitlana,
Berezhnyak Evgeniy, Smetanska Irina, Tokar Anastasiya,
Muliarchuk Oksana, Balitska Lyudmyla, Ilchenko Yana, Turak Oksana,*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-070> 69

GROWING AND PRODUCTIVITY OF FEEDING BULLS OF
DIFFERENT BREEDS AND THEIR BRIDGE AT THE AVERAGE
LEVEL OF FEEDING IN THE CONDITIONS OF THE REGION OF
SUFFERING

Kalynka A.K., Lesyk O.B., Tomasz L.V., Prylipko T.M.

Industrial engineering. Management engineering

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-010> 78

SURFACE VIBRATION RECORDER BASED ON ARDUINO
HARDWARE AND SOFTWARE

Fedorova N.V., Redko D.V.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-011> 88

OVERVIEW OF LEARNING ANALYTICS DASHBOARDS
AND ELEMENTS OF GAMIFICATION IN INTELLIGENT
SYSTEMS FOR SELF-REGULATED LEARNING

Demchyshyn A.M., Halushko A.V., Tytenko S.V.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-034> 97

ON ONE APPROACH TO THE FORMATION OF THE USER
INTERFACE WITH THE EXPERT SYSTEM

Burdaev V.P.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-038> 109

FORMATION OF COMPETENCIES IN APPLICANTS OF THE
BACHELOR'S DEGREE OF FOREIGN ORIGIN IN DISTANCE
LEARNING IN THE «DATABASE» DISCIPLINE

Pakhomova V. N.



**Transportation engineering, Motor vehicles. Cycles,
Highway engineering. Roads and pavements,
Railroad engineering and operation**

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-012> 114

THE CONCEPT OF THE TRAINS' SPEED INCREASING

Kovtun P.V., Dubrovskaya T.A., Shebzukhov Yu.A.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-028> 120

SIMULATION MODELING OF WORK

RELOADING COMPLEX «CRANES-PANEL TRUCKS»

Dekhtyaruk M.T.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-054> 130

THE PROCESS OF TRAFFIC DELAYS FORMATION AT A
REGULATED INTERSECTION DURING CONGESTION

Dauhulevich V. A.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-065> 135

SYSTEM ENGINEERING, INTELLECTUALIZATION AND
VIRTUALIZATION IN ERGATIC SYSTEMS, AND THEIR
DEVELOPMENT

Kirkin O.P. , Kirkina T.Y.

Industrial safety. Industrial accident prevention

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-055> 139

HUMAN SAFETY - DETECTION AND ASSESSMENT OF
THE CHEMICAL SITUATION AFTER THE ACCIDENT AT
THE DANGEROUS CHEMICALS OUTFLOW

Kudriawytzka A.N.

**Innovations in medicine, pharmaceuticals, chemistry,
veterinary medicine**

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-001> 143

CHARACTERISTICS OF THE COMPOSITION OF FATTY
ACIDS IN PLASMA LIPIDS IN SUFFERING FROM INFILTRATIVE
PULMONARY TUBERCULOSIS

Pikas O.B.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-002> 148

EFFECTIVENESS OF APPLICATION ZAFACOL IN THE COMPLEX
TREATMENT OF PATIENTS WITH INTESTINAL POLYPS

Pikas P.B.



<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-026> 155

DENTAL CARIES PREVALENCE AMONG 6- TO 15-YEAR-OLD CHILDREN WITH GASTROINTESTINAL TRACT DISEASES

*Rozhko V.I., Petruniv V.B., Labiy Yu.A.
Pyasetska L.V., Rozhko O.V.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-033> 159

ECG DIAGNOSTICS AS ONE OF THE MAIN COMPETENCES IN THE PRACTICE OF A FAMILY DOCTOR - WAYS OF IMPROVEMENT

Vysochyna I.L., Yefimova N.O.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-071> 166

SYNTHESIS AND CHEMICAL POTENTIAL OF HYBRID STRUCTURES WITH OXADIAZOLE NUCLEI OF PYRAZOLE AND THIOPHENE

Panasenko N. V., Panasenko N. Yu.

Innovations in agriculture, biology

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-006> 173

POLIFUNCTIONAL EFFICIENCY OF USING NANOCHELATE FERTILIZERS IN GROWING TECHNOLOGIES SUGAR BEETS

Grinenko L. I., Novytska N. V., Martynov A. N.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit21-01-066> 178

NUTRITIONAL VALUE OF FEED OF ALFALUM-CEREAL GRASSES DEPENDING ON FERTILIZATION IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT BANK

*Systunova I., Poshkrebnov V., Burko L. Prorochenko T.,
Chumachenko I., Poltoretskyi S., Hudz N., Tarasov O.,*



International periodic scientific journal

MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Heutiges Ingenieurwesen und
innovative Technologien

Indexed in
INDEX COPERNICUS
high impact factor (ICV: 95.33)

Issue №21

Part 1

June 2022

Development of the original layout - Sergeieva&Co
Articles published in the author's edition

Signed: June 30, 2022

Sergeieva&Co
Lußstr. 13
76227 Karlsruhe
e-mail: editor@moderntechno.de
site: www.moderntechno.de



With the support of International research
project SWorld
www.sworld.education





www.moderntechno.de

e-mail: editor@moderntechno.de