

ISSN 2307-5732
DOI 10.31891/2307-5732

Науковий журнал



ВІСНИК

**Хмельницького національного
університету**

Технічні науки

ISSN 2307-5732

DOI 10.31891/2307-5732

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

5.2023

ВІСНИК

**Хмельницького
національного
університету**

Том 1

Технічні науки

Technical sciences

SCIENTIFIC JOURNAL

HERALD OF KHMELNYTSKYI NATIONAL UNIVERSITY

2023, Issue 5, Volume 325, Part 1

Хмельницький

ЗМІСТ

АНДРІЙЧУК ВОЛОДИМИР, НАКОНЕЧНИЙ МИРОСЛАВ, ФЛЮК ЯРОСЛАВ, КОСТИК ЛЮБОВ, ОСАДЦА ЯРОСЛАВ ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ СВІЧЕННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА	9
АФТАНАЗІВ ІВАН., СТРОГАН ОРИСЯ, ШЕВЧУК ЛІЛІЯ, СТРУТИНСЬКА ЛЕСЯ КІНЕМАТИЧНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ЯК ЗАСІБ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПОШУКУ МОРСЬКИХ МІН	16
БАБИН ІГОР, БУРЛАКА СЕРГІЙ, ХОЛОДЮК ОЛЕКСАНДР ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СТРІЧКОВОЇ СУШАРКИ	26
БЕРДНИК ДАНИЛО, ПЕЛІШКО ДМИТРО ВІДНОВЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕНЕРАТИВНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	30
БЛАЖЕНКО МАРІЯ, ФАЛЕНДИШ НАТАЛІЯ ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ КОНОПЕЛЬ У ВИРОБНИЦТВІ ХЛІБА	35
БОЙКО ЮЛІЙ, КАРПОВА ЛЕСЯ, СЕМЕНЮК ВІТАЛІЙ ВИСОКОРІВНЕВА ОДНОПЛОЩИННА АНТЕНА МІМО ДЛЯ ДЕВАЙСІВ 5G	40
БУРЕНКО ВОЛОДИМИР АНАЛІЗ НАПОВНЕНОСТІ ЗУПИНОК ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ЗА ДОПОМОГОЮ АЛГОРИТМІВ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ З ІР-КАМЕР «РОЗУМНОГО МІСТА»	47
ГУРКОВСЬКА ОЛЕНА, АНДРЕЄВА ОЛЬГА ПОРІВНЯЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ СИСТЕМ ЕКСПРЕСІЇ У ВИРОБНИЦТВІ РЕКОМБІНАНТНОГО ІНСУЛІНУ	53
ДОРОГИЙ ЯРОСЛАВ, КОЛІСНІЧЕНКО ВАДИМ ЗАСТОСУВАННЯ ЛОГУВАННЯ РІЗНИМИ УЧАСНИКАМИ БЛОКЧЕЙН-МЕРЕЖ ДЛЯ ДЕАНОНІМІЗАЦІЇ КІНЦЕВОГО КОРИСТУВАЧА	60
ЗАЛУЦЬКА ОЛЬГА, МОЛЧАНОВА МАРИНА, МАЗУРЕЦЬ ОЛЕКСАНДР, МЕЛЬНИК ОЛЕГ, СКРИПНИК ТЕТЯНА МЕТОД ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ЕМОЦІЙНОЇ ТОНАЛЬНОСТІ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОВЕДІНКОВИХ НАМІРІВ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИМИ ЗАСОБАМИ	67
ЗАЛЮБОВСЬКИЙ МАРК, ПАНАСЮК ІГОР, КОШЕЛЬ ОЛЕКСАНДР ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ЗНАЧЕНЬ РЕАКЦІЙ У КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАХ ГАЛТУВАЛЬНОЇ МАШИНИ, У ЯКІЙ ЄМНІСТЬ ЗДІЙСНЮЄ СКЛАДНИЙ ПРОСТОРОВИЙ РУХ	74
ЗОЛОТУХА РОМАН, ГЛАЗУНОВА ОЛЕНА РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ АЛГОРИТМУ ДЛЯ ПІДБОРУ КОМАНДИ В ІТ ПРОЄКТАХ	81
ІВАНШЕНА ТЕТЯНА, МАНДЗЮК ІГОР, ТРУХІНА ОКСАНА, ПЕКАРСЬКА ВАЛЕРІЯ ОЦІНКА ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ МАТЕРІАЛІВ ЯК ІНСТРУМЕНТ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ КРУГОВОЇ ЕКОНОМІКИ ВИРОБНИЦТВ	89
ІЛЛЯШ ОКСАНА, БРЕДУН ВІКТОР ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРМІСЦЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МОРФОЛОГІЧНОГО СКЛАДУ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ	98
КАМІНСЬКИЙ РОМАН, ПШЕНИЧНИЙ ОЛЕКСАНДР, ХУДИЙ АНДРІЙ РОЛЬ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ФРАКТАЛЬНОЇ КОНСТАНТИ ЦИКЛІЧНОГО ЧАСОВОГО РЯДУ	103
КАМІНСЬКИЙ РОМАН, ПШЕНИЧНИЙ ОЛЕКСАНДР, ХУДИЙ АНДРІЙ ФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЦИКЛІЧНОГО ЧАСОВОГО РЯДУ ЧИСЕЛ ВОЛЬФА (ПОКАЗНИКА СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ)	108

ГОРЯЩЕНКО СЕРГІЙ РОЗРОБКА МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ РОЗПИЛЕННЯ ПОЛІМЕРУ З СОПЛА НА ОСНОВІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ	117
КАЧАН РОМАН, ПЕТРОВА ЛЕСЯ, ПРОХОРЕНКО МАРІЯ, СОБОЛЄВА КАТЕРИНА ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ПОЛІМЕРНОГО КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ З ФУНГІЦИДНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ	123
КОВАЛЕНКО БОГДАН, ЛУКІН ВОЛОДИМИР АНАЛІЗ СПОТВОРЕНЬ, СПРИЧИНЕНИХ ВРГ-СТИСНЕННЯМ З ВТРАТАМИ БЕЗШУМНИХ І ЗАШУМЛЕНИХ ЗОБРАЖЕНЬ	128
КОВАЛЬОВ СТАНІСЛАВ, МІЩЕНКО ВЛАДИСЛАВА, ГРІН ОЛЕГ ВЛАСТИВОСТІ НІКЕЛЕВИХ ПОКРИТТІВ ЕЛЕКТРООСАДЖЕНИХ У МАГНІТНОМУ ПОЛІ НИЗЬКОЇ ІНДУКЦІЇ	136
КОПИТІНА ПРИНА, АНДРЕЄВА ОЛЬГА, МОКРОУСОВА ОЛЕНА ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ЕНЗИМІЗАЦІЇ ШКІРЯНОГО ВИРОБНИЦТВА	141
КОШЛАНЬ МИКОЛА, ШАХОВСЬКА НАТАЛІЯ, МЕЛЬНИКОВА НАТАЛІЯ МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ РОЗПІЗНАВАННЯ ЛІТАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ	150
КУТІНА МАРИНА, КОВАЛЬОВ АРТЕМ ДІАГНОСТИЧНІ ПАРАМЕТРИ ОБ'ЄКТА МОДЕЛІ	154
ЛАКТИОНОВ ОЛЕКСАНДР, ПЕДЧЕНКО НАЗАР КОНЦЕПЦІЯ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ГОТОВНОСТІ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ДО ВИКОНАННЯ БОЙОВИХ ЗАВДАНЬ	160
НАДОПТА ТЕТЯНА, МИХАЙЛОВСЬКА ОКСАНА, ОЛІЙНИК АНАСТАСІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПОПЕРЕДНІХ ДЕФОРМАЦІЙ НА СТІЙКІСТЬ СПЕЦІАЛЬНОГО ВЗУТТЯ ДО БАГАТОРАЗОВОГО ЗГИНУ	166
НАКАШИДЗЕ ЛІЛІЯ, ГІЛЬОРМЕ ТЕТЯНА ВПЛИВ СПОСОБУ ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГОГЕНЕРУВАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОНЯЧНОЇ БАТАРЕЇ	173
ПРАВОРСЬКА НАТАЛІЯ, МАРТИНЮК ВАЛЕРІЙ КОНСТРУЮВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ СИНХРОННОГО ПІДХОДУ: ОСНОВНІ ПРОЦЕСИ ТА ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ DEVOPS	182
ПОЛЩУК АНДРІЙ СКИБА МИКОЛА ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ СОПЛА ЕСТРУДЕРА 3D-ПРИНТЕРА, ЩО ВИКОРИСТОВУЄ ГРАНУЛИ ТА ПОДРІБНЕНІ ЧАСТКИ ПОЛІМЕРУ В ЯКОСТІ ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ	192
СЕРЕНКО АНТОН , ЮДІНА ТЕТЯНА ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СКВАШУВАННЯ МОЛОЧНИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ НИЗЬКОЛАКТОЗНИХ ЙОГУРТІВ	205
СОКОЛАН ЮЛІЯ , ЛАРІОНОВ ІВАН , МАЙДАН ПАВЛО , СОКОЛАН КАТЕРИНА АВТОМАТИЗОВАНЕ ГЕНЕРУВАННЯ КОДІВ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ НА ВЕРСТАТАХ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ	212
СОЛОВЕЙ АНДРІЙ, ЩІПАНОВ ІГОР ПАРАМЕТРИ НАПРАВЛЕНОГО РОЗКОЛУ ГІРСЬКИХ ПОРІД ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НЕВИБУХОВИХ РУЙНУЮЧИХ СУМІШЕЙ (НРС)	220
СТРЕЛЬБЦЬКИЙ ВІКТОР, КІБАКОВ ОЛЕКСАНДЕР ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ У МЕХАНІЗМІ ПІДЙОМУ ПОРТАЛЬНИХ КРАНІВ «СОКІЛ»	226

СТРИЖОВА ОКСАНА СТИЛІЗАЦІЯ ТА ТРАНСФОРМУВАННЯ ОДЯГУ У FASHION ІЛЮСТРУВАННІ ЗА ДОПОМОГОЮ СЕРВІСІВ ГЕНЕРУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	230
ТИМЧУК ВОЛОДИМИР ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ДАНИХ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗМІНЮВАНИХ МЕТЕОПАРАМЕТРІВ ДЛЯ МОДЕЛІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ У КОМПЛЕКСІ МЕТЕОЗОНДУВАННЯ: ЛЮДСЬКІ ПОМИЛКИ ПІД ЧАС ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ СИСТЕМ	235
ЧИГІНЬ ВАСИЛЬ, ПАЗИНЮК МИХАЙЛО АВТОНОМНА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА СИСТЕМА І ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ЗВУКОВОГО ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ТА ON-LINE СПОВІЩЕННЯ	240
ШЛІНГ АННА, ПАСЬКО АНАСТАСІЯ ЛІНГВІСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО НАПОВНЕННЯ ВІРТУАЛЬНИХ СПІЛЬНОТ ПОПИТУ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ОСВІТНИХ ПОСЛУГ	246
ШРАМ МАКСИМ, АНТОНЕНКО АРТЕМ , ЗАМКОВИЙ ОЛЕКСІЙ , ОРЛЮК ХРИСТИНА, ДУТКО ПАВЛО ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ МАСИВУ ДАНИХ НА ОСНОВІ НЕЙРОМЕРЕЖІ У СФЕРІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ДЛЯ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОГО БІЗНЕСУ	252
ЩЕРБАТЮК ТЕТЯНА, АНДРЕЄВА ОЛЬГА ЗАСТОСУВАННЯ ОЗОННИХ ТЕХНОЛОГІЙ У РОСЛИННИЦТВІ	258
ЩІПАНОВ ІГОР, СОЛОВЕЙ АНДРІЙ АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ЗОВНІШНЬОЇ ОБОЛОНКИ ЗАРЯДУ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО НАПРАВЛЕНОГО РОЗКОЛУ ГІРСЬКИХ ПОРІД	263
ЩУР НАТАЛІЯ, ПОКОТИЛО ОЛЕКСАНДРА, БАЙЛЮК ЄЛІЗАВЕТА ОГЛЯД ТА ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ-ФІНАЛІСТІВ КОНКУРСУ NIST ЗІ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ЛЕГКОВАГОВОЇ КРИПТОГРАФІЇ	269
ЯСІНСЬКИЙ АНДРІЙ, СОЛОВЕЙ ЛЮДМИЛА, ГРИСЮК АНДРІЙ РОЗВИТОК ГЛОБАЛЬНО РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ІНФРАСТРУКТУР	279

CONTENT

ANDRIICHUK VOLODIMIR, NAKONECHYI MYROSLAV, FILIUK YAROSLAV, KOSTYK LIUBOV, OSADTSA YAROSLAV RESEARCH OF THE KINETICS OF GLOWING OF LED LIGHT SOURCES	9
AFTANAZIV IVAN, STROGHAN ORYSIA, SHEVCHUK LILIA, STRUTYNSKA LESIA KINEMATIC DESIGN AS A TOOL IMPROVEMENT OF NAVAL MINES SEARCH	16
BABYN IHOR, BURLAKA SERHIY, KHOLODYUK OLEKSANDR EFFICIENCY OF A CONVEYOR DRYER	26
BERDNYK DANYLO, PELESHKO DMYTRO IMAGE RECONSTRUCTION USING GENERATIVE NEURAL NETWORKS	30
BLAZHENKO MARIIA, FALENDYSH NATALIIA USE OF PRODUCTS OF HEMP SEED PROCESSING IN THE PRODUCTION OF BREAD	35
BOIKO JULIY, KARPOVA LESYA, SEMENYUK VITALIY SINGLE PLANE MIMO ANTENNA FOR 5G DEVICES	40
BURENKO VOLODYMYR ANALYSIS OF FILLING OF PASSENGER TRANSPORT STOPS USING ALGORITHMS OF IMAGE PROCESSING FROM SMART CITY IP CAMERAS	47
HURKOVSKA OLENA, ANDREYEVA OLGA COMPARATIVE ASSESSMENT OF EXPRESSION SYSTEMS IN THE PRODUCTION OF RECOMBINANT INSULIN	53
DOROGIY YAROSLAV KOLISNICHENKO VADIM APPLICATION OF LOGGING IN VARIOUS PARTICIPANTS OF BLOCKCHAIN NETWORKS FOR DE-ANONYMIZATION OF THE END USER	60
ZALUTSKA OLHA, MOLCHANOVA MARYNA, MAZURETS OLEKSANDR, MELNYK OLEH, SKRYPNYK TETIANA METHOD FOR INTELLECTUAL ANALYSIS OF TEXTUAL INFORMATION EMOTIONAL TONALITY FOR DETERMINE THE BEHAVIORAL INTENTIONS BY NEURAL NETWORKS MEANS	67
ZALYUBOVSKYI MARK , PANASYUK IGOR, KOSHEL OLEXANDR DETERMINATION OF EXTREME VALUES OF REACTIONS IN KINEMATIC COUPLES OF A TURNING MACHINE IN WHICH THE CAPACITY PERFORMS COMPLEX SPATIAL MOVEMENT	74
ZOLOTUKHA ROMAN GLAZUNOVA OLENA CREATING A MATHEMATICAL ALGORITHM FOR TEAM SELECTION IN IT PROJECTS	81
IVANISHENA TETIANA, MANDZYUK IGOR, TRUKNINA OKSANA, PEKARSKA VALERIY ASSESSMENT OF THE LIFE CYCLE OF MATERIALS AS A TOOL FOR THE IMPROVEMENT OF LIGHT INDUSTRY PROCESSES AND THE IMPLEMENTATION OF THE PRINCIPLES OF THE CIRCULAR ECONOMY OF MANUFACTURING	89
ILLIASH OKSANA, BREDUN VIKTOR JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF THE SITE FOR STUDYING THE MORPHOLOGICAL COMPOSITION OF HOUSEHOLD WASTE	98
KAMINSKYI ROMAN, PSHENYCHNYI OLEKSANDR, KHUDYY ANDRIY THE ROLE AND DEFINITION OF THE FRACTAL CONSTANT OF CYCLIC TIME SERIES	103
KAMINSKYI ROMAN, PSHENYCHNYI OLEKSANDR, KHUDYY ANDRIY FRACTAL ANALYSIS OF PERIODIC TIME SERIES OF WOLF NUMBERS (SOLAR ACTIVITY METRIC)	108

HORIASHCHENKO SERHIY DEVELOPMENT OF THE MODEL OF THE SPRAYING PROCESS OF POLYMER FROM A NOZZLE BASED ON EXPERIMENTAL DATA	117
KACHAN ROMAN, PETROVA LESYA, PROHORENKO MARIA, SOBOLEVA KATERINA JUSTIFICATION OF THE COMPOSITION OF THE POLYMER COMPOSITE MATERIAL WITH FUNGICIDAL PROPERTIES	123
KOVALENKO BOGDAN, LUKIN VOLODYMYR ANALYSIS OF DISTORTIONS DUE TO BPG-BASED LOSSY COMPRESSION OF NOISE-FREE AND NOISY IMAGES	128
STANISLAV KOVALYOV, VLADYSLAVA MISHCHENKO, OLEG GIRIN PROPERTIES OF NICKEL DEPOSITS ELECTRODEPOSITED IN A LOW INDUCTION MAGNETIC FIELD	136
KOPYTINA IRYNA, ANDREYEVA OLGA, MOKROUSOVA OLENA INNOVATIVE APPROACHES TO ENZIMIZATION OF LEATHER PRODUCTION	141
KOSHLAN MYCOLA, SHAKHOVSKA NATALIA, MEKNYKOVA NATALIA METHODS AND MEANS OF RECOGNITION OF FLYING OBJECTS	150
KUTINA MARYNA, KOVALOV ARTEM DIAGNOSTIC PARAMETERS OF THE MODEL OBJECT	154
OLEKSANDR LAKTIONOV, NAZAR PEDCHENKO THE CONCEPT OF DETERMINING THE READINESS LEVEL OF ROBOTIC SYSTEMS FOR PERFORMING COMBAT TASKS	160
TETYANA NADOPTA, OKSANA MYKHAILOVSKA, ANASTASIA OLIYNYK DETERMINATION OF THE INFLUENCE OF PREVIOUS DEFORMATIONS ON THE RESISTANCE OF SPECIAL SHOES TO MULTIPLE BENDING	166
NAKASHYDZE LILIYA V., HILORME TETIANA V. INFLUENCE OF THE ESTIMATION METHOD OF ENERGY-GENERATING EFFICIENCY OF SOLAR CELLS ON THE OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF THE SOLAR PANEL	173
PRAVORSKA NATALYA, MARTYNYUK VALERII DEVELOPING SOFTWARE USING A SYNCHRONOUS APPROACH: KEY PROCESSES AND TOOLS FOR EFFECTIVE DEVOPS	182
POLISHCHUK ANDRII, SKYBA MYKOLA JUSTIFICATION OF THE DESIGN OF A 3D PRINTER EXTRUDER NOZZLE USING GRANULES AND CUT POLYMER PARTICLES AS INPUTS.....	192
SERENKO ANTON, YUDINA TETIANA JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF FERMENTATION OF MILK MIXTURES FOR LOW LACTOSE YOGURTS	205
IULIIA SOKOLAN, IVAN LARIONOV, PAVLO MAIDAN, KATERYNA SOKOLAN AUTOMATED GENERATION OF PART PROCESSING CODES ON CNC MACHINES	212
SOLOVEI ANDRII, SCHIPANOV IGOR PARAMETERS OF DIRECTED SPLITTING OF ROCKS USING NON-EXPLOSIVE DESTRUCTIVE MIXTURES (NeDM)	220
STRELBITSKYI VIKTOR, KIBAKOV OLEXANDER RESEARCH OF DYNAMIC LOADS IN THE LIFTING MECHANISM OF THE «SOKOL» PORTAL CRANES.....	226
STRYZHOVA OKSANA STYLING AND TRANSFORMATION OF CLOTHES IN FASHION ILLUSTRATION WITH THE HELP OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IMAGE GENERATION SERVICES	230

TYMCHUK VOLODYMYR AN APPROACH TO THE METEOROLOGICAL DATA ANALYSIS AND PREDICTION FOR THE TRAINED MODEL FOR THE METEOROLOGICAL STATION: HUMAN FAILURES IN SYSTEMS OF SYSTEMS DESIGNING	235
CHYHIN VASYL , PAZYNIUK MYHAILO AUTONOMOUS EXPERIMENTAL SYSTEM AND SOFTWARE FOR SOUND OBJECT DETECTION AND NOTIFICATION	240
SHILINH ANNA, PASKO ANASTASIIA LINGUISTIC ANALYSIS OF THE INFORMATION CONTENT FORMATION FOR VIRTUAL COMMUNITIES OF DEMAND AND SUPPLY OF EDUCATIONAL SERVICES	246
SHRAM MAKSYM, ANTONENKO ARTEM ZAMKOWYI OLEKSII, ORLIUK KHRYSTYNA, DUTKO PAVLO FEATURES OF BUILDING A DATA ARRAY BASED ON A NEURAL NETWORK IN THE SPHERE OF THE INTERNET OF THINGS FOR THE HOTEL AND RESTAURANT BUSINESS	252
SHCHERBATIUK TETIANA, ANDREYEVA OLGA APPLICATION OF OZONE TECHNOLOGIES IN CROP CULTIVATION	258
SCHIPANOV IGOR, SOLOVEI ANDRII ANALYSIS OF PARAMETERS OF THE EXTERNAL CHARGE CASING FOR EFFICIENT DIRECTIONAL ROCK SPLITTING	263
SHCHUR NATALIYA, POKOTYLO OLEKSANDRA, BAILIUK YELYZAVETA OVERVIEW AND COMPARATIVE ANALYSIS OF NIST COMPETITION FINALIST ALGORITHMS FOR LIGHTWEIGHT CRYPTOGRAPHY STANDARDIZATION	269
YASINSKIIY ANDRIY, SOLOVEI LIUDMYLA, HRYSYUK ANDRIY DEVELOPMENT OF GLOBALLY DISTRIBUTED COMPUTING INFRASTRUCTURES	279

БАБИН ІГОР

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0002-7070-4957>e-mail: ihorbabyn@gmail.com

БУРЛАКА СЕРГІЙ

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0002-4079-4867>e-mail: ipserhiy@gmail.com

ХОЛОДЮК ОЛЕКСАНДР

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0002-4161-6712>e-mail: holodyk@vsau.vin.ua

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СТРІЧКОВОЇ СУШАРКИ

В роботі досліджено ефективність використання стрічкової сушарки для процесу сушіння різних матеріалів. Стрічкові сушарки є поширеним технологічним обладнанням, що використовується у промислових процесах сушіння через їхню високу продуктивність та надійність.

Ключові слова: стрічкова сушарка, сушіння матеріалів, продуктивність, якість продукту, витрати енергії, вартість експлуатації, промислові процеси.

BABYN IHOR, BURLAKA SERHIY, KHOLODYUK OLEKSANDR
Vinnitsia National Agrarian University

EFFICIENCY OF A CONVEYOR DRYER

On a large scale in Ukraine, a technical re-engineering is being carried out, technological installations of high single pressure are being introduced, which allow to reduce the total cost of capital investments, operating costs and product compatibility with a significant p movement of work productivity. Drying processes have become widely stagnant in all the galleys of the industry and the strong state, up to 15% of the entire vigorous fire is stained on them.

Fruits, vegetables, dried brushes and other food products, which are colloidal-capillary-porous materials with water content of 35% to 95%, are not stable when harvested. The distance of water from them by way of drying up to a moisture content lower than 8-14% allows you to save their natural camp for a three-year period. Under the hour of drying, the product significantly changes, which reduces transport costs, costs for packaging and changes the need for warehouses.

The article presents the results of experimental investigations, tabulation of indicators of the productivity of a conveyor dryer with other types of dryers. Such parameters were evaluated as the dryness of drying, the quality of the product, the amount of energy and the quality of operation. On the basis of the analysis of data, it was established that conveyor dryers may have few advantages over other types of dryers. The stench is safe for fast and equal drying of materials, reduces the cost of the product and ensures a decrease in energy consumption. In addition, stinks are designated by the old term of service and a changed service obligation. The results of the study confirm that conveyor dryers can be a viable choice for industries that require an efficient drying process. It is especially important to become the optimal option for large-scale tasks, where it is necessary to process large volumes of materials.

Key words: conveyor dryer, drying materials, productivity, product quality, energy consumption, operating quality, industrial processes.

Постановка проблеми

У сучасному промисловому виробництві процес сушіння є важливою складовою для багатьох галузей, таких як харчова промисловість, сільське господарство, хімічна промисловість та інші. Ефективне сушіння матеріалів забезпечує підвищення якості продукту, збереження його корисних властивостей та зниження енергетичних витрат.

Однак, вибір оптимального типу сушарки стає важливим завданням для компаній із-за широкого спектра наявних технологій сушіння. Один із популярних типів сушарок – стрічкова сушарка – відрізняється високою продуктивністю та ефективністю, але до цього часу було проведено обмежену кількість досліджень, які визначають її переваги і недоліки порівняно з іншими типами сушарок.

Таким чином, виникає потреба у більш докладному дослідженні ефективності використання стрічкової сушарки. Важливо проаналізувати її характеристики, здібності до роботи з різними типами матеріалів, а також порівняти її продуктивність та якість сушіння з іншими типами сушарок. Такий аналіз дозволить визначити оптимальні умови використання стрічкової сушарки та вплив її впровадження на підвищення продуктивності та зниження витрат у виробничих процесах.

Аналіз останніх джерел

Дослідження вітчизняних вчених показали, що стрічкові сушарки забезпечують швидке та рівномірне сушіння сільськогосподарських культур, таких як зерно пшениці та кукурудзи. Це дозволяє зберігати якість та харчову цінність зернових продуктів, знижуючи ризик втрати урожаю через неправильне сушіння. Аналіз досліджень показав, що стрічкові сушарки можуть бути більш ефективними у порівнянні з іншими типами сушарок. Наприклад, в порівнянні з барабанными сушарками, стрічкові сушарки забезпечують більш рівномірне сушіння та вимагають меншої кількості енергії (на 20% у порівнянні з фенно-барабанными сушарками).

Метою роботи є дослідження та оцінка ефективності використання проекрованої стрічкової

сушарки у процесі сушіння горіхів.

Виклад основного матеріалу

Стрічкові сушарки отримали широке застосування в овочесушильній промисловості. Аналогічного типу сушарки застосовуються для сушіння фруктів, хліба, крохмалю, дрібно-штучних макаронних виробів. Стрічкові сушарки працюють безперервно з рециркуляцією газу та без неї; в деяких конструкціях передбачено внутрішній багаторазовий підігрів газоподібного теплоносія, як який використовують топкові газу, повітря, а іноді перегріта пара. На малюнку 1 зображено стрічкову сушарку.

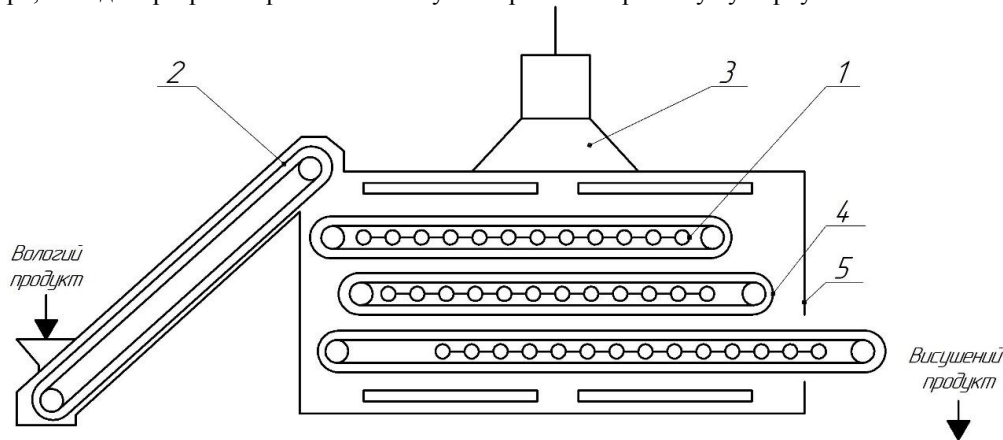


Рис. 1. Проектована стрічкова сушарка: 1 – калорифер, 2 – конвеєр, 3 – витяжний пристрій, 4 – транспортер, 5 – станина

Сушарка призначена для сушіння горіха. Сушила є камерою, закритою металевими щитами і дверима. У сушарці один витяжний пристрій. Опорною частиною сушарки є станина 5, усередині якої розташовано п'ять пар барабанів діаметром 246 мм. Кожна пара несе на собі нескінченну сітчасту дрітчасту стрічку із нержавіючої сталі. Один із барабанів у кожній парі є провідним, інший – натяжним. Діаметри зірочок провідних барабанів різні, отже, неоднакові швидкості руху стрічок і тривалість знаходження продукту окремих зонах.

Для очищення барабанів від продукту, що налип, служать скребки, встановлені на барабанах.

Похилий конвеєр 2, встановлений під кутом 40° до горизонтів, служить для подачі продукту в сушарку. Секції парових калориферів розташовані у просторі між гілками кожного конвеєра. У калорифери подається пара тиском 0,4 МПа.

Витяжний пристрій включає дві камери та два вентилятори. Продуктивність вентиляторів регулюють клапаном, встановленим у головці витяжної камери. Повітря забирається із приміщення через рухомі штори частини сушарок.

Очищений і нарізаний продукт, пройшовши бланшувач, промивається холодною водою і похилим конвеєром подається на верхню робочу стрічку сушарки, потім на другу, третю і т. д., проходячи послідовно п'ять стрічок. Нагріте в калориферах повітря, проходячи шар продукту, поглинає вологу та виводиться із сушарки. Наприкінці четвертої стрічки у сушарці передбачений лоток для вивантаження.

Для визначення ефективності проекрованої сушарки припустимо, що під час сушіння матеріалу змінюється лише його вологість, а маса залишається постійною. Тоді маса початкового матеріалу m_{in} буде дорівнювати масі матеріалу після сушіння m_{out} :

$$m_{in}=m_{out} \quad m_{in}=m_{out} \quad (1)$$

Маса матеріалу може бути виражена через його об'єм V та густину матеріалу ρ :

$$m=V \cdot \rho_m=V \cdot \rho \quad (2)$$

Таким чином, ми можемо записати рівняння для маси матеріалу до та після сушіння:

$$m_{in}=V_{in} \cdot \rho_{min}=V_{in} \cdot \rho \quad m_{out}=V_{out} \cdot \rho_{mout}=V_{out} \cdot \rho \quad (3)$$

Оскільки об'єм матеріалу залишається постійним, ми можемо записати:

$$V_{in}=V_{out}=V \quad V_{in}=V_{out}=V \quad (4)$$

Тепер давайте розглянемо зміну вологості матеріалу під час сушіння. Початкова вологість W_{in} виражена у відсотках, але її також можна представити у вигляді десяткового дробу (наприклад, $35\% = 0.35$) для зручності розрахунків.

Після сушіння вологість матеріалу зменшується до W_{out} , також вираженої у десятковому дробі (наприклад, $8\% = 0.08$).

Вологість матеріалу можна розрахувати як відношення маси вологи до загальної маси матеріалу:

$$W=m_{water}/m_{total} \quad W=m_{total}/m_{water} \quad (5)$$

Для початкової вологості W_{in} та кінцевої вологості W_{out} ми можемо записати:

$$W_{in}=m_{water,in}/m_{in} \quad W_{in}=m_{water,in}/m_{in} \quad W_{out}=m_{water,out}/m_{out} \quad W_{out}=m_{out}/m_{water,out} \quad (6)$$

Знаючи, що маса матеріалу до сушіння m_{in} дорівнює масі матеріалу після сушіння m_{out} , ми можемо виразити масу вологи під час сушіння так:

$$M_{water,in}=W_{in} \cdot m_{in} \quad m_{water,in}=W_{in} \cdot m_{in} \quad m_{water,out}=W_{out} \cdot m_{out} \quad m_{water,out}=W_{out} \cdot m_{out} \quad (7)$$

Тепер можемо записати модель для ефективності використання стрічкових сушарок:

$$Efficiency = \frac{W_{in} - W_{out}}{W_{in}} \cdot 100 \quad Efficiency = \frac{W_{in} - W_{out}}{W_{in}} \cdot 100 \quad (8)$$

Ця формула визначає ефективність сушіння як відношення зниження вологості до початкової вологості матеріалу, вираженого у відсотках. Чим більше відсоток ефективності, тим більш успішною є сушарка в зниженні вологості продукту.

Ефективність сушіння різної продукції наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Структурно-механічні властивості м'ясної сировини

Вид продукту	Температура (°C)	Час сушіння (години)	Ефективність сушіння (%)
Фрукти	50	6	85
Овочі	60	8	78
М'ясо	70	10	72
Риба	40	4	88
Зерно	80	12	70

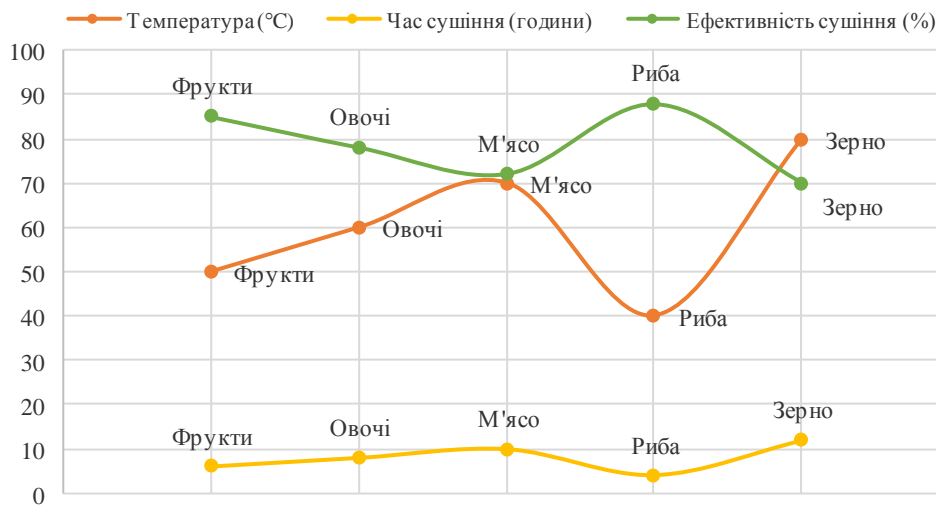


Рис. 2. Ефективність сушіння різної продукції при заданих параметрах

Для оптимізації швидкості руху стрічки і забезпечення оптимального розподілу вологи та ефективного використання тепла можна використовувати математичні моделі, які засновані на фізичних принципах теплопередачі та масообміну.

Припустимо, що процес сушіння в стрічковій сушарці можна описати за допомогою рівняння теплопередачі та масообміну. При цьому можна використовувати наступні змінні:

- v – швидкість руху стрічки (у м/с).
- T – температура повітря у сушарці (у °C).
- W – вологість матеріалу на стрічці (відсотки або десятковий дріб).
- W_{eq} – еквівалентна вологість матеріалу при даній температурі, яка відповідає максимальній насиченій вологості повітря при цій температурі.

Зазвичай, вологість матеріалу у сушарці змінюється з часом за допомогою диференційного рівняння, яке може мати такий вигляд:

$$dW/dt = k \cdot (W_{eq} - W) \quad dW/dt = k \cdot (W_{eq} - W), \quad (9)$$

де k – коефіцієнт, який залежить від температури та інших параметрів сушарки.

Тепер, щоб забезпечити оптимальний розподіл вологи та ефективне використання тепла, можна знайти оптимальну швидкість руху стрічки v , яка мінімізує час сушіння та споживання енергії.

Один із підходів до знаходження оптимальної швидкості полягає в розв'язанні оптимізаційної задачі. Наприклад, можна сформулювати цю задачу як мінімізацію часу сушіння при обмеженнях на ефективність сушіння та обсяг спожитої енергії.

Таким чином, шляхом розв'язання оптимізаційної задачі можна знайти оптимальну швидкість руху стрічки, яка мінімізує час сушіння та споживання енергії при заданих обмеженнях на ефективність сушіння.

Варто зазначити, що реалізація такої математичної моделі може бути досить складною і вимагатиме детального дослідження та експериментів для визначення параметрів та функцій, які входять у задачу оптимізації.

Висновки

З урахуванням зіставлення з іншими типами сушарок та аналізу досліджень, отриманих результатів,

можна зробити декілька ключових висновків:

Стрічкові сушарки відзначаються високим рівнем продуктивності, що дозволяє ефективно опрацювати великі обсяги матеріалів за короткий період часу. Це робить їх привабливим варіантом для великопромислових задач та підприємств, що потребують швидкого сушіння.

Також аналіз показав, що стрічкові сушарки забезпечують рівномірне та ефективне сушіння матеріалів. Це дозволяє зберігати якість та корисні властивості сушених матеріалів, що має важливе значення для харчової промисловості та інших галузей.

Дана сушарка може бути успішно використана для сушіння різних типів матеріалів, таких як зерно, фрукти, деревина та інші. Ця універсальність робить її привабливим варіантом для різних галузей промисловості.

Застосування проекрованої стрічкової сушарки може допомогти оптимізувати процеси сушіння та знизити час сушіння для різних типів матеріалів. Це може призвести до підвищення продуктивності та зниження витрат виробництва.

Література

1. Назаренко В. О., Юдічева О. П., Жук В. А. Формування якості товарів. К. : ЦУЛ, 2012. 386 с.
2. Бондар О. Сушильне та очисне обладнання для зерна. Агроексперт практичний посібник аграрія. 2009. № 11(16). С.102–105.
3. Погожих М.І., Пак А.О. Енергоефективні способи переробки харчової сировини: сушіння плодово-ягідної сировини : навч. Посібник. Х. : ХДУХТ, 2015. 159 с.
4. Снежкін Ю.Ф., Шапар Р.О., Снежкін Є.Ю. Зниження енерговитрат при переробці фруктовово-овочевої сировини. Наук. праці ОНАХТ. Одеса, 2006. Вип. 28. Т. 2. С. 71–73.
5. Снежкін Ю. Ф., Пазюк В. М., Петрова Ж. О., Чалаєв Д. М. Теплоасосна зерносушарка для насінневого зерна : монографія. Київ : Видавництво ТОВ «Поліграф-Сервіс», 2012. 154 с.
6. Подпратов Г. І., Скалецька Л. Ф., Сеньков А. М., Хилевич В. С. Зберігання і переробка продукції рослинництва : навч. посібник. К. : Мета, 2002. 495 с.
7. Бурлака С. А., Кравець С. М. Diagnosis of fuel equipment of diesel engine by removing vybro indicators of fuel supply. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2021. № 3 (114). С. 114–123.
8. Бурлака С. А. Алгоритм функціонування машинно-тракторного агрегату з використанням системи живлення зі змішувачем палив. Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. 2022. С. 140–145.

References

1. Nazarenko V. O., Yudicheva O. P., Zhuk V. A. Formuvannya yakosti tovariv. K. : TsUL, 2012. 386 s.
2. Bondar O. Sushylne ta ochysne obladnannya dlia zerna. Agroexpert praktychnyi posibnyk ahrariia. 2009. № 11(16). S.102–105.
3. Pohozhykh M.I., Pak A.O. Enerhoefektyvni sposoby pererobky kharchovoi syrovyny: sushinnia plodovo-yahidnoi syrovyny : navch. Posibnyk. Kh. : KhDUKhT, 2015. 159 s.
4. Sniezhkin Yu.F., Shapar R.O., Sniezhkin Ye.Iu. Znyzhennia enerhovytрат pry pererobtsi fruktovo-ovochevoi syrovyny. Nauk. pratsi ONAKhT. Odesa, 2006. Vyp. 28. T. 2. S. 71–73.
5. Sniezhkin Yu. F., Paziuk V. M., Petrova Zh. O., Chalaiev D. M. Teplonasosna zernosusharka dlia nasinnievoho zerna : monohrafiia. Kyiv : Vydavnytstvo TOV «Polihraf-Servis», 2012. 154 s.
6. Podpriatov H. I., Skaletska L. F., Senkov A. M., Khylevych V. S. Zberihannia i pererobka produktsii roslinnytstva : navch. posibnyk. K. : Meta, 2002. 495 s.
7. Burlaka S. A., Kravets S. M. Diagnosis of fuel equipment of diesel engine by removing vybro indicators of fuel supply. Tekhnika, enerhetyka, transport APK. 2021. № 3 (114). S. 114–123.
8. Burlaka S. A. Alhorytm funktsionuvannia mashynno-traktornoho ahrehatu z vykorystanniam systemy zhyvlennia zi zmishuvachem palyv. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnogo universytetu. Serii: Tekhnichni nauky. 2022. S. 140–145.