

ISSN 2307-5732

DOI 10.31891/2307-5732

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

5.2022

ВІСНИК

**Хмельницького
національного
університету**

Технічні науки

Technical sciences

SCIENTIFIC JOURNAL

HERALD OF KHMELNYTSKYI NATIONAL UNIVERSITY

2022, Issue 5, Volume 313

Хмельницький

**ВІСНИК
ХМЕЛЬНИЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
серія: Технічні науки**

Затверджений як фахове видання категорії «Б»,
РІШЕННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ № 1643 ВІД 28.12.2019 та №409 від 17.03.2020

Засновано в липні 1997 р.

Виходить 6 разів на рік

Хмельницький, 2022, № 5(313)

**Засновник і видавець: Хмельницький національний університет
(до 2005 р. – Технологічний університет Поділля, м. Хмельницький)**

Наукова бібліотека України ім. В.І. Вернадського http://nbuv.gov.ua/j-tit/Vchnu_tekh

Включено до науково-метричних баз:

Google Scholar	http://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=aUP9OYAAAAJ
Index Copernicus	http://jml2012.indexcopernicus.com/passport.php?id=4538&id_lang=3
Polish Scholarly Bibliography	https://pbn.nauka.gov.pl/journals/46221
CrossRef	http://doi.org/10.31891/2307-5732

Головний редактор	Скиба М. Є. , д.т.н., професор, заслужений працівник народної освіти України, член-кореспондент Національної академії педагогічних наук України, професор кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету
Заступник головного редактора	Синюк О. М. , д.т.н., професор кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету
Відповідальний секретар	Горященко С. Л. , к.т.н., доцент кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету

Ч л е н и р е д к о л е г і ї

Технічні науки

Березненко С.М., д.т.н., **Бойко Ю.М.**, д.т.н., **Говорущенко Т.О.**, д.т.н., **Гордєєв А.І.**, д.т.н., **Горященко С. Л.**, к.т.н., **Грабко В.В.**, д.т.н., **Диха О.В.**, д.т.н., **Защепкіна Н.М.**, д.т.н., **Рубаненко О. О.**, д.т.н., **Захаркевич О.В.**, д.т.н., **Злотенко Б.М.**, д.т.н., **Зубков А.М.**, д.т.н., **Каплун П.В.**, д.т.н., **Карташов В.М.**, д.т.н., **Кичак В.М.**, д.т.н., **Любош Хес**, д.т.н., (Чехія), **Мазур М.П.**, д.т.н., **Мандзюк І.А.**, д.т.н., **Мартинюк В.В.**, д.т.н., **Мельничук П.П.**, д.т.н., **Місяць В.П.**, д.т.н., **Малогоулко Ю. В.**, к.т.н., **Мясіщев О.А.**, д.т.н., **Нелін Є.А.**, д.т.н., **Павлов С.В.**, д.т.н., **Параска О.А.**, д.т.н., **Рогатинський Р.М.**, д.т.н., **Горошко А.В.**, д.т.н., **Сарібекова Ю.Г.**, д.т.н., **Семенко А.І.**, д.т.н., **Славінська А.Л.**, д.т.н., **Харжевський В.О.**, д.т.н., **Шинкарук О.М.**, д.т.н., **Шклярський В.І.**, д.т.н., **Щербань Ю.Ю.**, д.т.н., **Бубулiс Альгімантас**, доктор наук (Литва), **Елсаєд Ахмед Ельнашар**, доктор наук (Єгипет), **Кальчинські Томаш**, доктор наук (Польща), **Лунтовський Андрій**, д.т.н. (Німеччина), **Матушевський Мацей**, доктор наук (Польща), **Мушлевський Лукаш**, доктор наук (Польща), **Мушял Януш**, доктор наук (Польща), **Натріашвілі Тамаз Мамієвич**, д.т.н., (Грузія), **Попов Валентин**, доктор природничих наук (Німеччина)

<i>Технічний редактор</i>	Горященко К. Л., к.т.н.
<i>Редактор-коректор</i>	Броженко В. О.

**Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Хмельницького національного університету,
протокол № 3 від 27.10.2022 р.**

Адреса редакції: редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету"
Хмельницький національний університет
вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, Україна, 29016

☎	(038-2) 67-51-08	web:	http://journals.khnu.km.ua/vestnik http://lib.khnu.km.ua/visnyk_tup.htm
e-mail:	visnyk.khnu@khmnu.edu.ua		

Зареєстровано Міністерством України у справах преси та інформації.
Свідцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ № 24922-14862ПР від 12 липня 2021 року

© Хмельницький національний університет, 2022
© Редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету", 2022

ЗМІСТ

ОЛІЙНИК Г. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЛАКОФАРБОВОЇ ПРОДУКЦІЇ МАРКИ «BECKERS»	9
БОЙКО С., КОТОВ О., ВИШНЕВСЬКИЙ С., ЩОКІН В., ГУСАРОВА О. АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УМОВАХ АВІАЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ	13
ГУНЬКО І.В., ГРИБИК Р.І. МОДЕЛЮВАННЯ ГРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ З РОЗРОБКОЮ РЕКОМЕНДАЦІЇ ПІДБОРУ РОБОЧИХ ОРГАНІВ	18
БАСИСТЮК О., МЕЛЬНИКОВА Н. МУЛЬТИМОДАЛЬНЕ РОЗПІЗНАВАННЯ МОВЛЕННЯ НА ОСНОВІ ЗВУКОВИХ І ТЕКСТОВИХ ДАНИХ	22
ЄФРЕМОВА О., ІВАНШЕНА Т., ПІЩУК Т., ТРУХІНА О., ЄФРЕМОВА Ю. СУЧАСНИЙ СТАН ПОВОДЖЕННЯ З ПОЛІМЕРНИМИ ВІДХОДАМИ	26
БАБИЧ А., КЕРНЕС В., ТКАЧЕНКО Д. ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ 3D ДРУКУ В ДИЗАЙНІ ЧОЛОВІЧОГО КОСТЮМУ	32
БАБИЧ А., ГАРАНІНА О., МОСКОВА О. ФОРМУВАННЯ АСОРИМЕНТУ ЧОЛОВІЧОГО ВЗУТТЯ З УРАХУВАННЯМ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФОРМИ І КОЛЬОРУ НА ОСНОВІ МАРКЕТИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	37
КАМІНСЬКИЙ Р., ШАХОВСЬКА Н., ХУДОБА Б. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ГРУПУВАННЯ ОПЕРАТОРСЬКОГО ПЕРСОНАЛУ ПОШУКОВИХ СИСТЕМ В СЕНСІ СТРЕСОСТІЙКОСТІ	42
МИРОНІУК О., БАКЛАН Д., ГЛУХОВСЬКИЙ В. ОСОБЛИВОСТІ ЗМОЧУВАННЯ ГІДРОФОБІЗОВАНИХ ПОВЕРХОНЬ ТЕКСТУРОВАНИХ ФЕМТОСЕКУНДНИМ ЛАЗЕРОМ	52
НОВОСАД М.-Р. АСИСТЕНТ ПАРКУВАННЯ ЯК МОДУЛЬ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО МІСТА	56
ПЕДЯШ В. МОДЕЛЮВАННЯ КАНАЛУ ОПТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕДАВАННЯ ОТН З КВАДРАТУРНОЮ АМПЛІТУДНОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ	61
МИХАЙЛОВА Н., ПРИВАЛА В. ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР В УМОВАХ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА СПЕЦІАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ІЗОЛЮЮЧИХ КОСТЮМІВ	66
БОЛОТІНА В. АНАЛІЗ НАЯВНИХ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ НАУКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СПІВРОБІТНИКІВ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ	71
ДАНИЛКОВИЧ А., САНГІНОВА О. ЕКОЛОГІЧНО ОРІЄНТОВАНЕ ФОРМУВАННЯ ЛИМАРНО-СІДЕЛЬНОЇ ШКІРИ	77
СОКОЛАН Ю., МІЛЬКО В., ТКАЧУК В., СОКОЛАН К. РОЗРОБКА САЕ-СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ЗНОШУВАННЯ ПІДШИПНИКІВ В УМОВАХ ПЕРЕКОСУ ОСЕЙ ВАЛА І ВТУЛКИ	82

КАТЕНІН В., САМОЙЛЕНКО Н. СУЧАСНИЙ СТАН ОПЕРАЦІЙ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ СОНЯЧНИХ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПАНЕЛЕЙ В УКРАЇНІ	89
ШЛІНГ А., ПАСЬКО А. РОЗРОБКА СТРУКТУРИ СЛОВНИКА ДЛЯ ЧАТ-БОТУ КАТАЛОГУ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ	94
БАБІЙ С., МОШНОРИЗ М., ПРОЦЕНКО Д., ПАЯНОК О., ЖУКОВ О. МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПІДЙОМНОЇ ЛЕБІДКИ КРАНА В СЕРЕДОВИЩІ MATLAB	99
БАГРІЙ О. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІТЕРАЦІЙНИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПЛОСКОЇ ФІЗИЧНО НЕЛІНІЙНОЇ ЗАДАЧІ	108
БОЙКО Ю., ПЯТІН І., МОКРИЦЬКИЙ А. ДОСЛІДЖЕННЯ КІЛ СИНХРОНІЗАЦІЇ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ	113
КРИЛИК Л. ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОФАКТОРНОГО ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ З МЕТОЮ ЯКІСНОГО ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НА ЧУТЛИВІСТЬ ЄМНІСНОГО СЕНСОРА ВОЛОГОСТІ	122
ГАЛИШ В., РАДОВЕНЧИК Я., ГОМЕЛЯ М., РАДОВЕНЧИК В. ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОЧИЩЕННЯ ПІДСІТКОВИХ ВОД ДЛЯ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ В ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	128
ГОРДІЄНКО К., РАДОВЕНЧИК Я., КРИСЕНКО Т., РАДОВЕНЧИК В. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИСАДЖЕННЯ ІОНІВ КАЛЬЦІЮ З РОЗВЕДЕНИХ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ У ВИГЛЯДІ ФОСФАТІВ	134
ГОРОХОВ І., КУЛІШ І., АСАУЛЮК Т., САРІБЄКОВА Ю. ДОСЛІДЖЕННЯ АНТИМІКРОБНОЇ ОБРОБКИ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИГНІЧУВАННЯ БАКТЕРІАЛЬНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ІЗ ДОВКІЛЛЯ	141
ГОРОХОВ І., КУЛІШ І., АСАУЛЮК Т., САРІБЄКОВА Ю. ЕФЕКТИВНІСТЬ ОБРОБКИ АНТИМІКРОБНИМИ СКЛАДАМИ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У ПОБУТІ ТА ГРОМАДСЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ	146
ЗАЛЮБОВСЬКИЙ М., ПАНАСЮК І. РОЗРОБКА ВИСОКОПРОДУКТИВНОЇ ГАЛТУВАЛЬНОЇ МАШИНИ ЗІ СКЛАДНИМ ПРОСТОРОВИМ РУХОМ ДВОХ РОБОЧИХ ЄМКОСТЕЙ	152
ЗАСПА Ю. АНТИСИМЕТРИЯ ТА КАВІТАЦІЙНІ ТОПОЛОГІЧНІ РОЗРИВИ КОМПЛЕКСНОГО ПРОСТОРУ Й ІНЕРТНОЇ МАСИ В ОСНОВІ ЕКСИМЕРНИХ СИСТЕМ КВАНТОВОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ОБМІННОГО ІНЕРЦІЙНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ. МОНОМЕРНА РІВНОВАГА ТА УТВОРЕННЯ РЕЧОВИНИ	159
КОВАЛЬ В., ОРОБЧУК Б., ОСАДЦА Я., КОСТИК Л. АВТОМАТИЗОВАНА ВИМІРЮВАЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ	168
КРИВЕНЧУК Ю., ВАСИЛИК Р. РОЗРОБЛЕННЯ ІНТЕРАКТИВНОГО ГРАФІЧНОГО ЗАСТОСУНКУ КОЛЬОРИЗАЦІЇ ЗОБРАЖЕННЯ	174
КУДЛАЙ С., БОНДАРЕНКО Н., БОНДАРЕНКО В. ПОБУДОВА ТА ВЕРІФІКАЦІЯ МОДЕЛІ ЦИФРОВОГО ЕКВАЛАЙЗЕРА	178
ПЕЛИК Л., ОСТАПЧУК О., ПЕЛЕХ Ю. ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНИХ ТА МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗМІШАНИХ ТКАНИН ДЛЯ СПЕЦОДЯГУ ТИПУ «RIPSTOP»	185

РУТКЕВИЧ В., КУШНІР В., ГАНЖА В. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДА РІЗАКА ДЛЯ ВІДОКРЕМЛЕННЯ ТА ВИВАНТАЖЕННЯ БЛОК-ПОРЦІЇ КОРМУ ВІД КОРМОВОГО МОНОЛІТУ	189
СТРЕЛЬБИЦЬКИЙ В. ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ МЕХАНІЗМІВ ПОРТАЛЬНИХ КРАНІВ АЛЬБАТРОС	196
ХОРОЛЬСЬКИЙ В., КОРЕНЕЦЬ Ю., ОМЕЛЬЧЕНКО О., ГОНЧАРЕНКО В. ХОЛОДИЛЬНІ МАШИНИ В СИСТЕМІ УЗГОДЖЕНОГО УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯМ КОМПЛЕКСУ ПІДПРИЄМСТВО – ПРОМИСЛОВИЙ ХОЛОДИЛЬНИК	200
ЩЕРБАНЬ В., ЩЕНКО В., КОЛИСКО О., ГОЛЬДБЕРГ М., ЩЕРБАНЬ Ю. ВПЛИВ ГРАНИЧНИХ УМОВ НА ЦІЛЬОВУ ФУНКЦІЮ ПРИ КОМП'ЮТЕРНОМУ ВИЗНАЧЕННІ ОПТИМАЛЬНОГО ШЛЯХУ ДЛЯ НЕОРІЄНТОВАНОГО ГРАФА	213
БОЙКО Ю., СВАЧІЙ О. ДОСЛІДЖЕННЯ ІНЕРЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ВІДХИЛЕННЯ ВАНТАЖУ БПЛА ВІД НУЛЬОВОЇ ТОЧКИ	218
КОПИТІНА І., АНДРЕЄВА О., МОКРОУСОВА О., ОХМАТ О. ФЕРМЕНТИ ТА ПІДХОДИ ДО ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ НАТУРАЛЬНОЇ ШКІРИ	227
СІНЧУК І., КОТЯКОВА М. ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСИМЕТРИЧНИХ РЕЖИМІВ ТРИФАЗНИХ ЧОТИРИПРОВІДНИХ МЕРЕЖ З РОЗОСЕРЕДЖЕНОЮ ГЕНЕРАЦІЄЮ	233
ФРИШЕВ С., ЛУКАЧ В., ІКАЛЬЧИК М., ВАСИЛЮК В. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНА ВІД КОМБАЙНІВ	238
АНТОНЕНКО А., БРОВЕНКО Т., КРИВОРУЧКО М., СТУКАЛЬСЬКА Н., ТОЛОК Г., ТОНКИХ О. МОДЕЛЮВАННЯ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ ОЗДОРОВЧИХ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ НА ОСНОВІ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОМПОЗИЦІЙ.....	243
ВАСИЛЬЧЕНКО І., КУПРІЙ Я., СЕМЕШКО О. ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОСМЕТИЧНИХ ЕМУЛЬСІЙ ПРЯМОГО ТИПУ, РОЗРОБЛЕНИХ НА ОСНОВІ КОМПОЗИЦІЙ СИЛІКОНІВ.....	251
МАЄВСЬКИЙ Я., ПРАВОРСЬКА Н. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ МАСШТАБУВАННЯ МІКРОСЕРВІСІВ У СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ КОНТЕЙНЕРИЗОВАНИМИ ЗАСТОСУНКАМИ KUBERNETES	260
ПАШКЕВИЧ О., ВАЩИЩАК С., БОЙЧУК А., СТИСЛО Т., ДЕМЧИНА М. ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІН НА РИНКУ НЕРУХОМОСТІ	265
ГОРЯЩЕНКО С., ГОЛІНКА Є., ДРАПАК Г., ГОРЯЩЕНКО К., ПОЛІЩУК О. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОПЕРЕДНЬОГО СКЛЕЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ПОЛІМЕРНИМИ МАТЕРІАЛАМИ.....	274
ЛП'ЯНИНА-ГОНЧАРЕНКО Х., КОМАР М., САЧЕНКО А., ЛЕНДЮК Т. МЕТОД ФОРМУВАННЯ КОНТЕКСТУ РЕКЛАМИ ТА ЦІЛЬОВОЇ АУДИТОРІЇ НА ОСНОВІ НАВЧАННЯ АСОЦІАТИВНИХ ПРАВИЛ	279

CONTENT

OLIJNYK H. TECHNOLOGICAL FEATURES OF BECKERS BRAND PAINT PRODUCTS	9
BOYKO S., KOTOV O., VYSHNEVSKY S., SHKOKIN V., HUSAROVA O., ASPECTS OF THE IMPLEMENTATION OF SOLAR ENERGY IN THE CONDITIONS OF AVIATION ENTERPRISES	13
HUNKO I., HRYBYK R. SIMULATION OF A GROUND PROCESSING UNIT WITH THE DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR THE SELECTION OF WORKING BODIES	18
BASYSTIUK O., MELNYKOVA N. MULTIMODAL SPEECH RECOGNITION BASED ON AUDIO AND TEXT DATA.....	22
YEFREMOVA O., IVANISHENA T., ISHCHUK T., TRUKHINA O., YEFREMOVA Y. THE CURRENT STATE OF POLYMER WASTE MANAGEMENT	26
BABYCH A. , KERNESH V., TKACHENKO D. USE OF ELEMENTS OF 3D PRINTING IN MEN'S SUIT DESIGN	32
BABYCH A. , GARANINA O., MOSKOVA O. FORMATION OF THE RANGE OF MEN'S SHOES TAKING INTO ACCOUNT THE CHARACTERISTICS OF SHAPE AND COLOR ON THE BASIS OF MARKETING RESEARCH	37
KAMINSKY R., SHAKHOVSKA N., KHUDOBA B. EXPERIMENTAL RESEARCH AND GROUPING OF OPERATING STAFF OF SEARCH SYSTEMS IN THE SENSE OF STRESS RESISTANCE ЕКСПЕРИМЕНТАЛЪНЕ.....	42
MYRONYUK O., BAKLAN D., GLUKHOVSKY V. ASPECTS OF WETTING OF HYDROPHOBIZED SURFACES TEXTURED BY A FEMTOSECOND LASER	52
NOVOSAD M.-R. MULTISOURCE INTELLIGENT PARKING ASSISTANT	56
PEDYASH V. CHANNEL MODELING OF THE OTH OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM WITH QUADRATURE AMPLITUDE MODULATION.....	61
MIHAILOVA N., PRIVALA V. STUDY OF THE INFLUENCE OF LOW TEMPERATURES IN DYNAMIC CONDITIONS ON SPECIAL MATERIALS FOR INSULATING SUITS OF CHEMICAL ENTERPRISES	66
BOLOTINA V. ANALYSIS OF THE AVAILABLE SYSTEMS OF SUPPORTING THE SCIENTIFIC ACTIVITIES OF EMPLOYEES OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS	71
DANYLKOBYCH A., SANGINOVA O. ENVIRONMENTALLY FRIENDLY PROCESSING OF HARNESS LEATHER	77
SOKOLAN I., MYLKO V., TKACHUK V., SOKOLAN K. PROJECT CONCEPTION OF CAE-SYSTEM FOR WEAR ANALYSIS OF FRICTION BEARING UNDER CONDITIONS OF SHAFT AND LINER AXIS MISALIGNMENT	82
KATENIN V., SAMOILENKO N. CURRENT STATE OF SOLAR PHOTOVOLTAIC PANELS WASTE MANAGEMENT OPERATIONS IN UKRAINE СУЧАСНИЙ.....	89

SHILINH A., PASKO A. DEVELOPMENT OF THE DICTIONARY STRUCTURE FOR THE CHAT-BOT OF EDUCATIONAL SERVICES CATALOG OF THE HIGHER EDUCATION INSTITUTION	94
BABIY S., MOSHNORIZ M., PROCENKO D., PAYANOK O., ZHUKOV O. SIMULATION OF WORKING MODES OF THE ELECTRICAL DRIVE OF A LIFTING CRANE WINCHES IN MATLAB	99
BAHRII O. SOFTWARE IMPLEMENTATION OF ITERATIVE ALGORITHMS FOR SOLVING A PLANAR PHYSICALLY NONLINEAR PROBLEM	108
BOIKO J., MOKRYTSKY A., PYATIN I. RESEARCH OF SYNCHRONIZATION CIRCUITS FOR DIGITAL COMMUNICATION SYSTEMS	113
KRYLIK L. APPLICATION OF MULTIFACTOR DISPERSION ANALYSIS WITH THE PURPOSE OF QUALITATIVE ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF FACTORS ON THE SENSITIVITY OF THE CAPACITIVE HUMIDITY SENSOR.....	122
HALYSH V., RADOVENCHYK I., GOMELYA M., RADOVENCHYK V. STUDY OF THE PROCESSES OF WASTEWATER TREATMENT FOR REUSE IN THE PULP AND PAPER INDUSTRY.....	128
GORDIENKO K., RADOVENCHYK Y., KRYSENKO T., RADOVENCHYK V.. EFFICIENCY OF PLANTING CALCIUM IONS FROM DILUTE AQUEOUS SOLUTIONS IN THE FORM OF PHOSPHATES	134
HOROKHOV I., KULISH I., ASAULYUK T., SARIBYEKOVA Y. INVESTIGATION OF ANTIMICROBIAL TREATMENT OF TEXTILE MATERIALS ON THE EFFECTIVENESS OF INHIBITION OF BACTERIAL CONTAMINATION FROM THE ENVIRONMENT ..	141
HOROKHOV I., KULISH I., ASAULYUK T., SARIBYEKOVA Y. EFFECTIVENESS OF THE ANTIMICROBIAL TREATMENT OF TEXTILE MATERIALS FOR USE AT HOME AND IN PUBLIC SPACES	146
ZALYUBOVSKIY M., PANASYUK I. DEVELOPMENT OF A HIGH-PERFORMANCE HOLDING MACHINE WITH COMPLEX SPATIAL MOVEMENT OF TWO WORKING CAPACITIES	152
ZASPA Y. ANTI-SYMMETRY AND CAVITATION TOPOLOGICAL DISRUPTIONS OF COMPLEX SPACE AND INERT MASS ON THE BASIS OF EXCIMER SYSTEMS OF QUANTUM GENERATION OF EXCHANGE INERTIAL RADIATION. MONOMER EQUILIBRIUM AND MATTER FORMATION.....	159
KOVAL V., OROBCHUK B., OSADTSA Y., KOSTYK L. AUTOMATICAL MEASURING DEVICE FOR RESEARCHING THE ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF PHOTOELECTRIC MODULES	168
KRYVENCHUK Y., VASYLYK R. INTERACTIVE GRAPHIC APPLICATION FOR IMAGE COLORATION	174
KUDLAI V., BONDARENKO N., BONDARENKO V. CONSTRUCTION AND VERIFICATION OF A DIGITAL EQUALIZER MODEL	178
PELYK L., OSTAPCHUK O., PELEH Y. STUDY OF STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF MIXED FABRICS FOR SPECIAL CLOTHING TYPE «RIPSTOP»	185
VRUTKEVYCH V., KUSHNIR V., GANZHA V. MATHEMATICAL MODEL OF THE HYDRAULIC CUTTER DRIVE FOR CUTTING AND UNLOADING THE BLOCK-PORTION OF FEED FROM THE FEED MONOLITH.....	189

STRELBITSKIY V. EVALUATION OF THE RELIABILITY OF ALBATROSS GANTRY CRANE MECHANISMS	196
KHOROLSKY V., KORENETS Y., OMELCHENKO O., HONCHARENKO V. REFRIGERATION MACHINES IN THE SYSTEM OF CONSISTENT MANAGEMENT OF ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION OF THE COMPLEX ENTERPRISE-INDUSTRIAL REFRIGERATOR.....	200
SHCHERBAN V., ISHCHEENKO V., KOLISKO O., GOLDBERG M., SHCHERBAN Y. INFLUENCE OF BOUNDARY CONDITIONS ON THE OBJECTIVE FUNCTION IN THE COMPUTER DETERMINATION OF THE OPTIMAL PATH FOR AN UNDIRECTED GRAPH	213
BOIKO J., SVACHII O. RESEARCH OF THE INERTIAL DEVIATION MEASUREMENT SYSTEM UAV CARGO FROM ZERO POINT	218
KOPYTINA I., ANDREYEVA O., MOKROUSOVA O., OKHMAT O. ENZYMES AND APPROACHES TO THEIR APPLICATION IN THE LEATHER PRODUCTION	227
SINCHUK I., KOTIAKOVA M. STUDY OF NON-SYMMETRICAL MODES OF THREE-PHASE FOUR-WIRE NETWORKS WITH DISTRIBUTED GENERATION	233
FRYSHEV S., LUKACH V., IKALCHYK M., VASYLYUK V. IMPROVEMENT OF GRAIN TRANSPORTATION TECHNOLOGY FROM COMBINES	238
ANTONENKO A., BROVENKO T., KRYVORUCHKO M., STUKALSKA N., TOLOK G., TONKYKH O. SIMULATION OF THE RECIPE COMPOSITION OF HEALTHY FOOD PRODUCTS BASED ON FUNCTIONAL COMPOSITIONS	243
VASYLCHENKO I., KUPRIY Y., SEMESHKO O. STUDY OF THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF DIRECT TYPE COSMETIC EMULSIONS DEVELOPED ON THE BASIS OF THE COMPOSITIONS OF SILICONES.....	251
MAYEVSKIY Y., PRAVORSKA N. IMPROVING THE EFFICIENCY OF AUTOMATION THE SCALING OF MICROSERVICES IN THE KUBERNETES CONTAINERIZED APPLICATION MANAGEMENT SYSTEM	260
PASHKEVYCH O., VAHSCHYSHCHAK S., BOICHUK A., STYSLO T., DEMCHYNA M. APPLICATION OF MACHINE LEARNING MODELS FOR PREDICTING PRICES ON THE REAL ESTATE MARKET	265
HORIASHCHENKO S., HOLINKA Y., DRAPAK G., HORIASHCHENKO K., POLISHCHUK O. RESEARCH OF TRANSVERSE GLUING OG LIGTHINDASTRY PARTS WITH POLIMERIC MATERIALS	274
LIPIANINA-HONCHARENKO K., KOMAR M., SACHENKO A., LENDIUK T. METHOD OF FORMING THE CONTEXT OF ADVERTISING AND TARGET AUDIENCE BASED ON ASSOCIATIVE RULES LEARNING	279

ГУНЬКО Ірина

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0001-5470-7413>e-mail: maniy@ukr.net

ГРИБИК Роман

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0002-4238-8257>e-mail: gribikroman@gmail.com

МОДЕЛЮВАННЯ ГРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ З РОЗРОБКОЮ РЕКОМЕНДАЦІЙ ПІДБОРУ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

В роботі наведено математичне обґрунтування підбору кількості робочих органів комбінованого ґрунтообробного агрегату в залежності від фізико-механічних параметрів ґрунту, рельєфу поля, агротехнічних вимог сівби та садіння сільськогосподарських культур, екологічних та енергетичних показників операцій передпосівного обробітку ґрунту.

Ключові слова: котки, лапи, ґрунт, агрегат, робочі органи, комбінування.

HUNKO Iryna, HRYBYK Roman

Vinnytsia National Agrarian University

SIMULATION OF A GROUND PROCESSING UNIT WITH THE DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR THE SELECTION OF WORKING BODIES

The paper provides a mathematical rationale for selecting the number of working bodies of the combined tillage unit depending on the physical and mechanical parameters of the soil, the topography of the field, agrotechnical requirements for sowing and planting agricultural crops, ecological and energy indicators of pre-sowing tillage operations.

Improving the quality of terrain use, soil compaction, reducing energy costs, and improving environmental performance during pre-sowing cultivation can be achieved by determining the optimal combination of working bodies in a combined tillage unit. As a rule, pre-sowing treatment is carried out in the state of physical maturity of the soil and in the shortest possible time, not allowing a gap between pre-sowing treatment and sowing, as this leads to loss of soil moisture and a decrease in yield. It has been established that a one-day delay in closing moisture leads to unproductive moisture losses and reduced yield. Therefore, closing moisture is an extremely urgent component of a complete system of pre-sowing field cultivation. In order to protect the soil from excessive destruction and compaction (and, therefore, to preserve moisture in it), the optimal solution is to carry out only one working pass of the equipment immediately before sowing. At the same time, the combined action of various working bodies can both increase and reduce the total traction resistance of agricultural machinery, so the final choice of the composition of the working bodies and the width of the grip can be made only on this basis. Results of field studies of the test model.

Based on the analysis of the structure of the tillage unit, a structural and technical drawing of a multifunctional tillage unit with a variable working body for tractors from 90 to 340 hp is presented. for forming a seed bed and leveling the ground. A thin sowing layer of blocks thanks to the optimal combination of arrow jaws, lamellas and ring tips in the machine. Recommendations on the composition of joint farms have been developed.

Key words: rollers, paws, soil, aggregate, working bodies, combining.

Постановка проблеми у загальному вигляді

та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Основними завданнями ґрунтообробки є оптимізація фракційного складу ґрунту, регулювання водно-повітряного, теплового та живильного балансу, створення сприятливих умов розвитку культивованих рослин фітосанітарних умов, зниження негативних наслідків водної та вітрової ерозії ґрунту. Вибір системи ґрунтообробки при вирощуванні сільськогосподарських культур безпосередньо залежить від ґрунтових та кліматичних умов сільськогосподарського виробництва, а також від його рівня інтенсифікації. Для природно-кліматичних умов України, з переважанням північних ділянок лісостепу, доцільно застосування комбінованої системи ґрунтообробки, яка передбачає чергування безвідвальної та відвальної обробки ґрунту. Частота та послідовність зміни виду обробки залежить від прийнятої сівозміни, засміченості ріллі бур'янами тощо.

Аналіз досліджень та публікацій

Сучасні завдання підвищення ефективності ґрунтообробки також неодмінно включають зниження енерго- та трудовитрат. Найважливішим напрямом у цьому аспекті є суміщення технологічних операцій, яке раціонально застосовувати при доповненні плоскорізної обробки, як виду основної обробки ґрунту, операціями з розпушування верхнього шару ґрунту, а також у разі одноразового виконання завершеного комплексу операцій передпосівної обробки. При цьому суміщення операцій крім виконання основного завдання суттєво знижує енерго- та трудовитрати на проведення ґрунтообробки, що підвищує її якість, дозволяє більш раціонально використовувати капіталовкладення. Широке застосування оранки в комбінованій системі основного обробітку ґрунту зумовлює використання традиційних прийомів передпосівної ґрунтообробки, що включає послідовне виконання весняного боронування, дискування або культивування зябку та прикочування, а також культивування чистої пари. До їх недоліків слід віднести високу енерговитратність та трудомісткість, необхідність значної номенклатури технічних засобів, що можливо мінімізувати шляхом

виконання всього комплексу даних технологічних операцій багатофункціональними комбінованими агрегатами. Вибір раціонального поєднання технологічних операцій визначається таким факторами:

- 1) дотримання оптимальних агрономічних термінів проведення операцій та зменшення залежності якості обробки ґрунту від метеоумов;
- 2) зменшення переущільнення ґрунту через негативний вплив ходових систем МТА за рахунок скорочення числа технологічних ходів;
- 3) можливість використання енергонасичених тракторів на дрібноконтурних полях з нерівним рельєфом за рахунок їх повного завантаження.

Формулювання цілей статті

Мета роботи – обґрунтування конструктивно-технологічної схеми та основних параметрів багатофункціонального агрегату зі змінними робочими органами, здатного виконувати основну безвідвальну обробку ґрунту зі створенням мульчуючого шару і комплекс операцій передпосівної обробки ґрунту.

Виклад основного матеріалу

Для визначення параметрів ґрунтообробного агрегату проведено дослідження функціонування дошки, планчастого барабана, стілкової лапи, зубчасто-кільчастого котка Crosskill та пластинчастого котка [3]. Аналіз результатів експерименту показав, що для компактності конструкції, що актуально при розробці причіпного ґрунтообробного агрегату, найбільш кращий варіант розміщення зубчасто-кільчастої секції на мінімальній відстані 0,4 ... 0,5 м (рис. 4) від заднього пластинчастого котка.

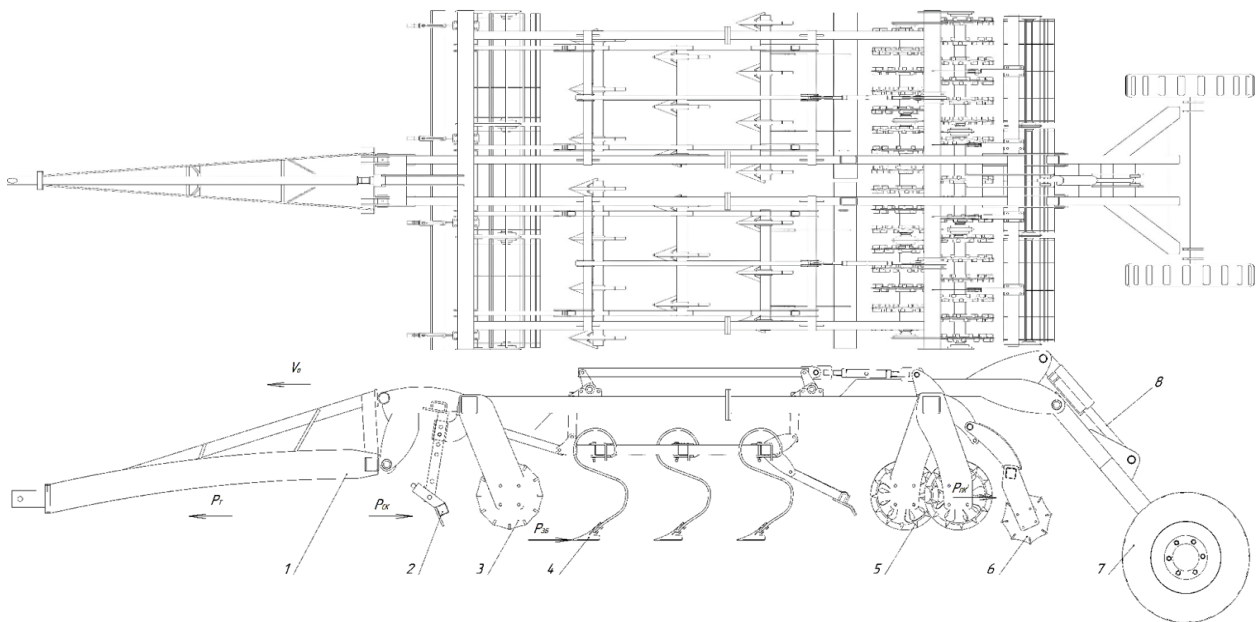


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема причіпного комбінованого ґрунтообробного агрегату
 1 – рама; 2 – дошка; 3 – планчастий барабан; 4 – стілкові лапи; 5 – зубчасто-кільчастий коток Crosskill; 6 – пластинчастий коток; 7 – колесо; 8 – гідроциліндр; P_T – тягове зусилля трактора, Н; P_{CK} – опір ґрунту переміщенню стрілкової лапи, Н; $P_{ПК}$ – опір ґрунту переміщенню прикатуючого котка, Н; $P_{ЗБ}$ – опір ґрунту переміщенню зубової борони, Н; V_A – швидкість руху агрегату

Відстань між стрілковими лапами та котковою секцією. Робота стрілкових лап являє собою вплив тригранних і прямих двограних клинів на оброблюваний шар ґрунту. Під час роботи відбувається рух частинок ґрунту по поверхні стрілкових лап. Визначивши відстань, яку пролетить частка ґрунту після його сходження з лапи, можна визначити мінімально допустиму відстань між лапами та котками. У цьому випадку траєкторія руху частинки ґрунту визначається з використанням методики оберненості, при якому вважається, що робочий орган перебуває у нерухомому стані, а частинки ґрунту переміщуються по поверхні лапи вгору і після сходження з неї перебувають у фазі польоту до опускання на дно борозни. Початкова швидкість частки M при сходженні з крила стрілкової лапи:

$$\mathcal{G}_0 = \mathcal{G}_a / \cos \beta_k \quad (1)$$

\mathcal{G}_a – швидкість агрегату, м/с; максимальна швидкість $\mathcal{G}_a = 3$ м/с.

Вектор початкової швидкості \mathcal{G}_0 відхиляється від горизонталі на кут β_k

$$\beta_k = \beta - \varphi \quad (2)$$

де β – кут кришення ґрунту, рівний куту нахилу лапи, $\beta = 20^\circ$; φ – кут тертя ґрунту по сталі, для легко- та середньосуглинистих ґрунтів $\varphi = 20\text{--}27^\circ$.

Диференціальні рівняння для частки ґрунту М, на який впливає сила тяжіння $G = mg$, мають вигляд:

$$\frac{md\vartheta_x}{dt} = 0; \frac{md\vartheta_y}{dt} = -mg \quad (3)$$

Після інтегрування та подальших перетворень кінцеве рівняння для визначення відстані $x_{max} = S$, на яку віддаляється лапа за час польоту частинки ґрунту набуде вигляду:

$$x_{max} = S = \frac{-tg\beta_k + \sqrt{tg^2\beta_k + 2gH / \vartheta_A^2}}{g} \quad (4)$$

При підстановці числових значень отримаємо $S = 0,4$ м. У цьому випадку розглянуто рух частки ґрунту по поверхні лапи. У дійсності висота оброблюваного пласта ґрунту максимально може досягати 0,25 м. Вважаючи, що частки верхнього шару ґрунту рухаються по параболічній траєкторії паралельно розглянутому випадку, можна припустити, що мінімально можлива відстань між рядами лап і коткових секцій, дорівнюватиме сумі відстані польоту частинки ґрунту, після сходження з лапи, і висоті оброблюваного пласта ґрунту. Мінімально допустима відстань від задньої частини лапи до точки заглиблення котків борони, при якому не відбуватиметься нагромадження ґрунту після його сходження з лап перед котковою секцією, має бути не менше 0,65 метра або при переведенні у відстань від крайньої задньої точки лапи до найближчої точки на передній частині котка – не менше ніж 0,55 метра.

Кількість робочих органів, що входять у склад комбінованого ґрунтообробного агрегату під час передпосівної обробки ґрунту знаходимо з використанням коефіцієнта уточнення кількості робочих органів θ , значення якого отримані на основі експериментів та розраховується за формулою (5):

$$\theta = \begin{cases} 1 & \text{при } \varpi = 0 \\ 0,97 \exp(-0,0987) & \text{при } \varpi > 0 \end{cases} \quad (5)$$

де θ – коефіцієнт уточнення кількості робочих органів;

ϖ – найбільш вагомий фактор при підготовці поля до посіву різних сільськогосподарських культур (вологість, твердість, глибина обробки, гребінчастість, розмір грудки), %, можливе використання середнього значення декількох показників.

Знайдемо кількість робочих органів виходячи з $P_{кр}$ сили опору ґрунтообробної машини (сила тяги на кріюку трактора), що визначається за формулою.

$$P_{кр} = K_c B h i \quad (6)$$

Таблиці 1

Рекомендації щодо складу комбінованого ґрунтообробного агрегату

Фізико-технічні показники				Компонування	Енергетичні показники			Екологічні показники	
Глибина обробітку, h, см	Вологість ґрунту, V, %	Розмір грудки, b, см	Величина гребнів, С, см	Склад агрегату (стрілчаті лапи+ барабан+ коток+ вирівнююча дошка+ пластинчастий коток)	Необхідна та тягова потужність енергозасобу No, кВт	Показники тягового опору, T, кН	Загальна енергосміність, Eo, Мдж/га	Викиди CO2, %	Ущільнення ґрунту, г/см3
16	23	1,5	2	стрілчаті лапи+ барабан+коток+ вирівнююча дошка+ пластинчастий коток	158	47	121	91	1,3
12	18,5	2,5	2	стрілчаті лапи+барабан+ коток+вирівнююча дошка	131	34	108	88	1,23
9	15,5	2,5	3,5	стрілчаті лапи+ коток+ вирівнююча дошка+ пластинчастий коток	128	38	111	81	1,15
9	16	5	3,5	коток+ вирівнююча дошка+ пластинчастий коток	103	31	104	78	1,1
7,5	15,5	2,5	2	барабан+коток+ вирівнююча дошка	141	40	116	73	1,2
6	18,5	4	4	барабан+коток+ вирівнююча дошка	98	37	99	71	1,1
3,5	15	5	3,5	барабан+ вирівнююча дошка+ пластинчастий коток	95	35	89	70	1,17

де K_c – питомий опір робочого органу ґрунтообробної машини; B – ширина захвату

робочого органу машини; h – глибина обробки ґрунту; i – кількість робочих органів ґрунтообробної машини.

Перетворивши формулу з урахуванням коефіцієнта уточнення кількості робочих органів знайдемо кількість робочих органів ґрунтообробної машини:

$$i = \frac{P_{кр}}{K_c B h \theta} \quad (7)$$

На базі отриманих математичних залежностей розроблені відповідні рекомендації для підбору кількості робочих органів комбінованого ґрунтообробного агрегату (табл. 1)

Разом з тим, спільне функціонування різних робочих органів може як підвищувати, так і знижувати загальний тяговий опір ґрунтообробного агрегату, тому остаточний вибір складу робочих органів та ширини захоплення може бути зроблено лише на підставі результатів польових досліджень дослідного зразка агрегату.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

В результаті проведеного аналізу конструкцій ґрунтообробних агрегатів запропоновано конструктивно-технологічна схема багатофункціонального ґрунтообробного агрегату з змінними робочими органами для тракторів від 90 до 340 кінських сил, призначена для утворення насінневого ложа і вирівнювання дрібно грудочкуватого посівного шару ґрунту, що створюється завдяки оптимальному поєднанню у машині стрілочастих лап, планкових та кільчасто-шпорових котків. Розроблені рекомендації щодо складу комбінованого ґрунтообробного агрегату

Література

1. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Іванишин В.В. Про розробку і створення в Україні сільськогосподарських машин сучасного рівня : зб. наук. праць Вінницького націон. аграрн. ун-ту. Серія: Технічні науки. 2012. Вип. 11. Т. 2 (66). С. 8–14.
2. Булгаков В.М., Адамчук В.В. Стан та перспективи створення в Україні сучасних сільськогосподарських машин. Наук. вісник Луганського нац. аграр. ун-ту. 2011. № 29. С. 252–260.
3. Kaletnik H., Adamchuk V., Bulgakov V., Kyurchev V., Nadykto V. Main problems in the field of agricultural mechanization in Ukraine. Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК». № 3 (95). 2016.
4. Грибик Р.І. Аналіз комбінованих агрегатів для передпосівного обробітку ґрунту. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2019. № 2(105). С. 93–99.
5. Мельника І.І. Практикум із машиновикористання в рослинництві : навч. посіб. К. : Кондор. 2004. 284 с.
6. Бурлака С.А., Яропуд В.М., Зdirко Н.Г. Рекомендації щодо оцінки та діагностування дизельного двигуна при використанні біопалива. Вісник Хмельницького національного університету. 2021. № 4 (299). С. 169-174.
7. Ярошук Р.О., Гулько І.В., Бурлака С.А. Вибір оптимальної методики покращення складу сумішевого біопалива з рослинних олій. Вісник Хмельницького національного університету. 2018. № 4 (263). С. 123-128.
8. Погорілий В.В., Шустік Л.П. Перспективне знаряддя для обробітку ґрунту та догляду за рослинами. Техніка АПК. 2002. № 1. С. 16–27.
9. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К. : Вища освіта, 2005. 464 с.
10. Мельника І.І. Практикум із машиновикористання в рослинництві : навч. посіб. К. : Кондор. 2004. 284 с.

References

1. Adamchuk V.V., Bulhakov V.M., Ivanyshyn V.V. Pro rozrobku i stvorennia v Ukraini silskohospodarskykh mashyn suchasnoho rivnia : zb. nauk. prats Vinnytskoho natsion. ahrar. un-tu. Serii: Tekhnichni nauky. 2012. Vyp. 11. T. 2 (66). S. 8–14.
2. Bulhakov V.M., Adamchuk V.V. Stan ta perspektyvy stvorennia v Ukraini suchasnykh silskohospodarskykh mashyn. Nauk. visnyk Luhanskoho nats. ahrar. un-tu. 2011. № 29. S. 252–260.
3. Kaletnik H., Adamchuk V., Bulgakov V., Kyurchev V., Nadykto V. Main problems in the field of agricultural mechanization in Ukraine. Vseukrainskyi naukovo-tekhnichnyi zhurnal «Tekhnika, enerhetyka, transport APK». № 3 (95). 2016.
4. Hrybyk R.I. Analiz kombinovanykh ahrehativ dlia peredposivnoho obrobittku ґruntu. Tekhnika, enerhetyka, transport APK. 2019. № 2(105). S. 93–99.
5. Melnyka I.I. Praktykum iz mashynovykorystannia v roslynnytstvi: navch. posib. K.: Kondor. 2004. 284 s.
6. Burlaka S.A., Yaropud V.M., Zdyrko N.H. Rekomendatsii shchodo otsinky ta diahnostuvannia dyzelnoho dvyhuna pry vykorystanni biopalyva. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. 2021. № 4 (299). S. 169-174.
7. Iaroshchuk R.O., Hunko I.V., Burlaka S.A. Vybir optymalnoi metodyky pokrashchennia skladu sumishevoho biopalyva z roslynnykh olii. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. 2018. № 4 (263). S. 123-128.
8. Pohorilyi V.V., Shustik L.P. Perspektyvne znariaddia dlia obrobittku ґruntu ta dohliadu za roslynamy. Tekhnika APK. 2002. № 1. S. 16–27.
9. Voiutyk D.H., Baranovskiy M.V., Bulhakov V.M. Silskohospodarski mashyny. Osnovy teorii ta rozrakhunku. K.: Vyshcha osvita, 2005. 464 s.
10. Melnyka I.I. Praktykum iz mashynovykorystannia v roslynnytstvi: navch. posib. K.: Kondor. 2004. 284 s.

Надійшла/Paper received : 09.10.2022 p. Надрукована/Printed : 01.11.2022 p.