



ВІСНИК

ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

ISSN 2616-7719 Засновано в 1997 р.



АГРОІНЖЕНЕРНІ
ДОСЛІДЖЕННЯ

№ 22 2018

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ВІСНИК
ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

**Агроінженерні дослідження
№ 22**



Львів 2018

Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. 2018. № 22. 200 с.

Викладено результати теоретичних та експериментальних досліджень, а також огляди в галузі агроінженерії щодо: вивчення властивостей сільськогосподарських матеріалів і ґрунтів; наукових засад створення нової техніки та технологій; механізації та автоматизації процесів і операцій агропромислового виробництва; сучасних технологій і технологічних процесів галузевого машинобудування; надійності та ефективного технічного сервісу машин; енергетики (передовсім відновлюваної); застосування інформаційних систем, а також управління проектами та програмами в агроінженерії; моделювання процесів, технологічних і виробничих систем (виращування, транспортування, зберігання, первинної переробки сільськогосподарської продукції); інженерних аспектів екологічної безпеки та безпеки праці в агропромисловому виробництві.

Для наукових працівників, фахівців агропромислового виробництва, аспірантів і магістрів, а також студентів інженерних спеціальностей.

*Рекомендовано до друку вченою радою
Львівського національного аграрного університету
(протокол № 4 від 20.12.2018 р.)*

Головний редактор

Роман КУЗЬМІНСЬКИЙ, д. т. н., доцент, Львівський національний аграрний університет, Україна

Редакційна колегія:

Степан КОВАЛИШИН, к. т. н., професор, Львівський національний аграрний університет, Україна (заступник головного редактора);

Вадим ПТАШНИК, к. т. н., доцент, Львівський національний аграрний університет, Україна (адміністратор випуску);

Михайло БАБИЧ, к. т. н., доцент, Львівський національний аграрний університет, Україна (відповідальний секретар);

Олег КАЛАХАН, д. т. н., професор, Львівський національний аграрний університет, Україна;

Іван КЕРНИЦЬКИЙ, д. т. н., професор, Львівський національний аграрний університет, Україна;

Сергій КОРОБКА, к. т. н., доцент, Львівський національний аграрний університет, Україна;

Степан МЯГКОТА, д. ф.-м. н., професор, Львівський національний аграрний університет, Україна;

Анатолій ТРИГУБА, д. т. н., в. о. професора, Львівський національний аграрний університет, Україна;

Сергій ХАРЧЕНКО, д. т. н., професор, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, Україна;

Андрій ЧАБАН, д. т. н., професор, Львівський національний аграрний університет, Україна;

Алі Аль-ЗУБЕДІ, Університет Вавилона, Ірак;

Павел ФІНДУРА, Словацький сільськогосподарський університет в Нітрі, Словаччина;

Мукрімін ПОНЕЙ, Університет Гіресун, Туреччина;

Витеніс ЯНКАУСКАС, професор, Університет Вітаутаса Магнуса, Литва;

Тадеуш ЮЛШЕВСЬКИЙ, професор, Університет сільського господарства у Кракові, Польща;

Анатолій КАРТАШЕВИЧ, д. т. н., професор, Білоруська державна орденів Жовтневої Революції і Трудового Червоного Прапора сільськогосподарська академія, Білорусь;

Павел КЄЛБАСА, доктор наук, Університет сільського господарства у Кракові, Польща;

Павел МАХАЛ, Університет Менделя в Брно, Чехія;

Тілл МЕЙНЕЛ, Кельнський університет прикладних наук, Німеччина;

Юрій МЕЛЬНИК, д. т. н., Державний аграрний університет Молдови, Молдова;

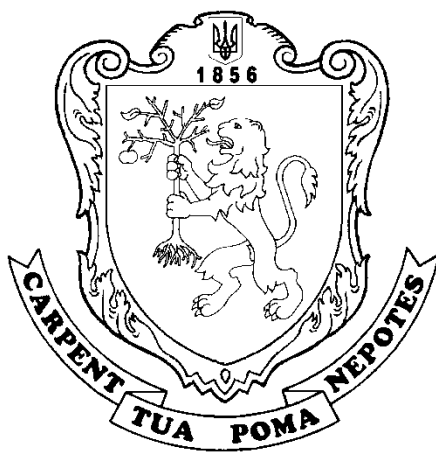
Мітко НІКОЛОВ, Русенський університет імені Ангела Канчева, Болгарія;

Ян ТЮРАН, доктор наук, професор, Університет Нови-Сад, Сербія

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
LVIV NATIONAL AGRARIAN UNIVERSITY**

**JOURNAL
OF LVIV NATIONAL
AGRARIAN UNIVERSITY**

Agroengineering research
№ 22



Lviv 2018

Journal of Lviv National Agrarian University: agroengineering research. 2018. № 22. 200 p.

The results of theoretical and experimental researches as well as reviews in the field of agroengineering concerning: the study of the properties of agricultural materials and soils; of scientific principles of creation of new machines and technologies; of mechanization and automation of processes and operations of agro-industrial production; of modern technologies and technological processes of branch engineering; of reliability and efficient technical service of machines; of energy (particularly renewable); of applying information systems in agroengineering, as well as project and program management; of simulation of processes, technological and production systems (growing, transportation, storage, primary processing of agricultural products); of engineering aspects of environmental safety and labor safety in agroindustrial production are presented.

Intended for researchers, specialists in agro-industrial production, graduate students and masters, as well as students of engineering specialties.

*Recommended for publication by the Academic Council
of Lviv National Agrarian University
(minutes No. 4 dated 20.12.2018)*

Editor-in-Chief

Roman KUZMINSKYJ, Lviv National Agrarian University, Ukraine

Editorial Board:

Stephan KOVALYSHYN, Lviv National Agrarian University, Ukraine (Deputy Editor-in-Chief);
Vadym PTASHNYK, Lviv National Agrarian University, Ukraine (Release Manager);
Mykhailo BABYCH, Lviv National Agrarian University, Ukraine (Executive Secretary);
Oleh KALAKHAN, Lviv National Agrarian University, Ukraine;
Ivan KERNYTSKYI, Lviv National Agrarian University, Ukraine;
Sergiy KOROBA, Lviv National Agrarian University, Ukraine;
Stephan MYAGKOTA, Lviv National Agrarian University, Ukraine;
Anatoliy TRYHUBA, Lviv National Agrarian University, Ukraine;
Sergiy KHARCHENKO, Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Ukraine;
Andriy CHABAN, Lviv National Agrarian University, Ukraine;
Ali Al-ZUBIEDY, University of Babylon, Iraq;
Pavel FINDURA, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovak Republic;
Mukrimin GUNEY, Giresun University, Turkey;
Vytenis JANKAUSKAS, Vytautas Magnus University, Lithuania;
Tadeusz JULISZEWSKI, University of Agriculture in Krakow, Poland;
Anatoly KARTASHEVICH, Belarusian State of the Orders of the October Revolution and the Order of the Labour Red Banner Agricultural Academy, Belarus;
Pawel KIELBASA, University of Agriculture in Krakow, Poland;
Pavel MÁCHAL, Mendel University in Brno, Czech Republic;
Till MEINEL, Cologne University of Applied Sciences, Germany;
Yuri MELNIK, State Agrarian University of Moldova, Moldova;
Mitko NIKOLOV, Angel Kanchev University of Ruse, Bulgaria;
Jan TURAN, University of Novi Sad, Serbia

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ВІСНИК
ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

Агроінженерні дослідження

№ 22

Редактор: Д. Б. Дончак
Коректор: Н. В. Скосарьова
Технічний редактор: Н. І. Максимюк

Перелік наукових фахових видань України
Наказ МОН України № 241 від 09.03.2016 р., додаток 9

Львівський національний аграрний університет
80381, Львівська обл., Жовківський р-н, м. Дубляни,
вул. Володимира Великого, 1
Свідоцтво ДК № 1380 від 3.06.2003 р.

Підписано до друку 27.12.2018. Формат 60×84¹/₈.
Папір офс. Гарнітура «Таймс». Друк на різнографі.
Обл.-вид. арк. 10,53. Ум. друк. арк. 12,50.
Наклад 500. Зам. 478.

Друк ФОП Гуменицький М. В.
81630, Львівська обл., Миколаївський р-н,
с. Гонятичі, вул. Польова, 10
Свідоцтво фізичної особи-підприємця № 083613 від 18.08.2008 р.

ISSN 2411-3662



9 772411 366006