



# ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИКА ЕНЕРГОАУДИТ



*Energy saving · Power engineering · Energy audit*

№5-6 (171-172)

Травень-червень 2022

Загальнодержавний науково-виробничий та інформаційний журнал

## **Війна та Мир ХХІ століття: ЛЮДИ, ПОДІЇ, ФАКТИ**

**В ПАМ'ЯТЬ ЗАГИБЛИХ У ВІЙНІ З РОСІЄЮ, З МЕТОЮ ВІДРОДЖЕННЯ ЗНИЩЕНИХ НЕЮ РЕГІОНАЛЬНИХ ГРОМАД І ПІДТРИМКИ ВИМУШЕНИХ ПЕРЕСЕЛЕНЦІВ,**

*Асоціація вчених за інноваційний розвиток України*

*Асоціація військових вчених – учасників Бойових Дій,*

*Інститут Системного Аналізу і Прикладних Регіональних Проєктів*

*Агентство Міждисциплінарних Технологій (АМТ)*

Продовжують презентувати інноваційний енергоефективний проєкт

### **«Відродження моєї святої Малої Батьківщини»**

- **Україні необхідно від 30.000 га ГеліоТеплиць**
- **Це чистий річний прибуток від 250 млрд. грн.**
- **Це 15 млн. тон оздоровчої екочистої продукції стратегічного значення**

**Не існує більш перспективної технології одержання первинної додаткової вартості багатокритеріального значення**



№5-6 (171-172)

Травень-червень  
2022 р.

# ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИКА ЕНЕРГОАУДИТ



*Energy saving · Power engineering · Energy audit*

Загальнодержавний науково-виробничий та інформаційний журнал

## Редакційна колегія

### Головний редактор:

Лазуренко О. П. канд. техн. наук, проф., Харків, Україна

### Перший заступник головного редактора:

Мехович С. А. д-р екон. наук, проф., Харків, Україна

### Заступники головного редактора:

Клепиков В. Б. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна  
Єршова Н. Ю. д-р екон. наук, проф., Харків, Україна  
Другова О. С. канд. екон. наук, доц., Харків, Україна  
Міщенко В. А. д-р екон. наук, проф., Харків, Україна

### Члени редакційної колегії:

Безпрозваних Г. В. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна  
Бекбасв А. Б. д-р техн. наук, проф., Алма-Ата, Казахстан  
Болюх В. Ф. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна  
Ілляшенко С. Н. д-р екон. наук, проф., Суми, Україна  
Клепиков В. Б. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна  
Коцьські Дьордь д-р екон. наук, проф., Мішкольц, Угорщина  
Лазуренко О. П. канд. техн. наук, проф., Харків, Україна  
Мамаліс Анастасіє д-р техн. наук, проф., Афіни, Греція  
Мацевитий Ю. М. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна  
Мінакова С. М. д-р екон. наук, проф., Харків, Україна  
Перерва П. Г. д-р екон. наук, проф., Харків, Україна  
Прокопенко О. В. д-р екон. наук, проф., Одеса, Україна  
Таранюк Л. М. д-р екон. наук, проф., Суми, Україна  
Томашевський Р. С. д-р техн. наук, доц., Харків, Україна  
Шевченко С. Ю. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна  
Шутенко О. В. канд. техн. наук, доц., Харків, Україна

### Відповідальний секретар:

Меньшикова С. І. канд. фіз.-мат. наук, Харків, Україна

## Editorial board

### Editor-in-Chief:

Lazurenko O. P. Ph. D. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine

### First associate editor:

Mekhovich S. A. Dr. Sc. (Econ.), Prof. Kharkiv, Ukraine

### Associate editors:

Klepikov V. B. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine  
Iershova N. U. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Kharkiv, Ukraine  
Drugova O. S. Ph. D. (Econ.), As. Prof., Kharkiv, Ukraine  
Mischenko V. A. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Kharkiv, Ukraine

### Editorial board members:

Bezprozvannyh G. V. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine  
Bekbayev A. B. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Alma-Ata, Kazakhstan  
Bolyukh V. F. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine  
Iliashenko S. M. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Sumy, Ukraine  
Klepikov V. B. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine  
Kocziszky G. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Miskolts, Hungary  
Lazurenko O. P. Ph. D. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine  
Mamalis A. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Athens, Greece  
Matsevityi Y. M. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine  
Minakova S. M. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Kharkiv, Ukraine  
Pererva P. G. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Kharkiv, Ukraine  
Prokopenko O. V. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Odesa, Ukraine  
Taraniuk L. M. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Sumy, Ukraine  
Tomashevskiy R. S. Dr. Sc. (Tech.), As. Prof., Kharkiv, Ukraine  
Shevchenko S. Y. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine  
Shutenko O. V. Ph. D. (Tech.), As. Prof., Kharkiv, Ukraine

### Responsible secretary:

Menshikova S. I. Ph.D. (phys. and math.), Kharkiv, Ukraine

Журнал включено до категорії Б «Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук, кандидата наук та ступеня доктора філософії» (накази МОН України № 886 від 02.07.2020 та № 1188 від 24.09.2020).

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації Серія КВ № 16921-5691ПП від 15.07.2010 р.

Журнал засновано: постанова Кабінету Міністрів України від 17.11.1997 р. №1287

Засновники:

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,

Північно-східна енергетична компанія «СВЕКО»

Реєстраційне свідоцтво АОО № 171256 від 06.08.2004 р.

## ЗМІСТ

## CONTENTS

### ЕКОНОМІКА

### ECONOMY

**Попов О.В., Мехович С.А.**  
Місце технологічного реінжинірингу в методології системного опису інновацій.....3

**Popov O., Mekhovych S.**  
The place of technological re-engineering in the methodology of the systemic description of innovations.....3

### ЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

### ENERGY, ELECTRONICS AND ELECTROMECHANICS

**Лук'янова К.С.**  
Сучасні напрями теоретичних розробок щодо використання сплавів на основі заліза.....20

**Lukianova K.**  
Current directions of theoretical developments regarding the use of iron-based alloys.....20

**Моїсєєв В.Ф., Манойло Ю.О., М'яло М.А.**  
Дослідження та аналіз бізнес-процесів макаронного виробництва на основі концепції оццадливого виробництва і використання SCADA технологій.....31

**Moiseev V., Manoilo Yu., Myalo M.**  
Research and analysis of business processes of pasta production based on the concept of lean production and the use of SCADA technologies.....31

**Нікітін В.О., Зайцев Р.В., Храмова Т.І., Хрипунова А.Л.**  
Розробка фасетного концентратора для комбінованої фотоенергетичної установки.....47

**Nikitin V., Zaitsev R., Khramova T., Khrypunova A.**  
Development of a faceted concentrator for a combined photovoltaic plant.....47

**Попов О.В., Мехович С.А.**  
Особливості управління впровадженням регіональних інноваційних перетворень.....59

**Popov O., Mekhovych S.**  
Peculiarities of managing the implementation of regional innovative transformations.....59

**Іванько О.О.**  
Концепція створення регіонального енергонезалежного Техноагросподарства.....72

**Ivanko A.**  
The concept of creating a regional energy-independent Techno-Agriculture.....72

ДО ВІДОМА АВТОРІВ.....87

NOTICE TO THE AUTHORS.....87

## Розцінки на рекламу у журналі

Рекламний блок	Размір блоку	Розцінки, грн
Обкладинка, перша сторінка (колір)	1 смуга	5000
Обкладинка, друга, третя, четверта сторінка (колір)	1 смуга	5000
Обкладинка, друга, третя, четверта сторінка (колір)	1/2 смуги	2500
Рекламні блоки (чорно-білі) у текстовій частині журналу	1 смуга	1500
Рекламні блоки (чорно-білі) у текстовій частині журналу	1/2 смуги	750
Рекламні блоки (чорно-білі) у текстовій частині журналу	1/4 смуги	350
Рекламні блоки (чорно-білі) у текстовій частині журналу	1/8 смуги	200

*Редакція не несе відповідальності за достовірність інформації, що публікується у рекламних об'явах*

Рекламу надсилати поштою або надавати електронну версію, адреса електронної пошти:

E-mail: [sm261245@gmail.com](mailto:sm261245@gmail.com)

25 РОКІВ НА ЕНЕРГЕТИЧНОМУ РИНКУ УКРАЇНИ  
1997-2022 р.р.

Журнал видається за підтримки:



Навчально-наукового інституту енергетики, електроніки та електромеханіки;

Науково-навчального інституту механічної інженерії і транспорту;

Науково-навчального інституту Економіки, менеджменту та міжнародного бізнесу; Інституту іоносфери НАН України та МОН України;

Державного агентства енергоефективності та енергозбереження України (Держенергоефективності);

Національної комісії, що здійснює регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП);

Харківської обласної державної адміністрації; Української асоціації інженерів-електриків; Науково-технічного Союзу енергетиків і електротехніків України;

Академії наук Вищої освіти України (секція енергетики та ресурсозбереження); Всеукраїнської громадянської організації «Асоціація вчених за іноваційний розвиток України».

Журнал є електронним та розповсюджується публічно.

Передрук матеріалів з журналу здійснюється за погодженням з редакцією журналу.

Адреса редколегії та видавця:

вул. Кирпичова, 2, Електроенергетичний корпус, офіс 310, кафедра електричних станцій, м. Харків, Україна. 61002.

Головний редактор

О. П. Лазуренко, канд. техн. наук, професор

Перший заступник головного редактора

С. А. Мехович, докт. екон. наук, професор

Заступник головного редактора з технічних спеціальностей

В. Б. Клепиков, докт. техн. наук, професор

Заступник головного редактора з економічних спеціальностей

Н. Ю. Єршова, докт. екон. наук, професор

О. С. Другова, канд. екон. наук, доц.

Заступник головного редактора з міжнародної діяльності

В. А. Міщенко, докт. екон. наук, професор

Відповідальний секретар

С.І. Меньшикова, канд. фіз.-мат. наук

Розробка дизайну та верстка:

С.І. Меньшикова, канд. фіз.-мат. наук

Періодичність - 1 раз на місяць

Тираж 300 екземплярів.

Контакти редколегії та видавця:

Тел. +3 8050 4026212

+3 8066 0978696

E-mail: [sm261245@gmail.com](mailto:sm261245@gmail.com)

Сайт: <http://eee.khpi.edu.ua>

Надруковано в друкарні

ФОП Шейніна О.В.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 2779 від 28.02.2007 вул. Слов'янська, 3, м. Харків, Україна, 61052.

Рекомендовано до друку

Вченою радою НТУ «ХПІ».

Протокол № 05 від 01.07.2022 р.

Підписано до друку 04.07.2022 р.

Формат 60 × 84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Друк цифровий.

Ум. друк. арк. 5,8 Навч.-вид. арк. 4,9

Вид. № 5-34. Зак. № 4075

© ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ · ЕНЕРГЕТИКА · ЕНЕРГОАУДИТ

Загальнодержавний науково-виробничий і інформаційний журнал

Мова видання:

Українська, англійська, російська

Відповідальний секретар

Тел.+38 (066) 357 7626

E-mail : [olhovskaya.sveta@gmail.com](mailto:olhovskaya.sveta@gmail.com)

Департамент технічних спеціальностей.

Тел.+38 (050) 9 38 03 48

E-mail : [klepikovasv75@gmail.com](mailto:klepikovasv75@gmail.com)

Департамент економічних спеціальностей.

Тел.+38 (050) 6 31 03 23

E-mail : [iershova.ny@gmail.com](mailto:iershova.ny@gmail.com)

Департамент зовнішньоекономічних зв'язків.

Тел.+38 (050) 5 34 68 38

E-mail: [vladmish30@gmail.com](mailto:vladmish30@gmail.com)

# ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ

Найбільш авторитетною організацією, що формує світову політику у сфері енергетичної ефективності, є Міжнародне енергетичне агентство (МЕА).

ЕЕЕ представляє Рекомендації Міжнародного енергетичного агентства щодо політики підвищення енергетичної ефективності у ключових сферах.

<b>Міжсекторальні заходи:</b>	<b>Будівлі:</b>	<b>Прилади та обладнання:</b>
1 Накопичення даних та індикатори	6 Обов'язкові будівельні норми та МСЕ	11 Обов'язкові МСЕ та маркування
2 Стратегії та плани дій	7 Нульове енергоспоживання будівель	12 Стандарти випробувань та вимірювань
3 Конкурентні енергоринки, їх регулювання	8 Модернізація існуючих будівель	13 Політика ринкових перетворень
4 Приватні інвестиції у енергоефективність	9 Маркування або сертифікація	
5 Моніторинг, контроль та оцінювання	10 Енергоефективність компонентів і систем	
<b>Транспорт:</b>	<b>Промисловість:</b>	<b>Освітлення:</b>
16 Обов'язкові стандарти використання палива	21 Енергетичний менеджмент	14 Поступове припинення виробництва неефективних ламп
17 Заходи зі зменшення використання палива	22 Енергоефективне промислове обладнання	15 Енергоефективні освітлювальні системи
18 Паливоекфетивні нердвигові компоненти	23 Енергоефективні послуги для малих та середніх підприємств	
19 Еководіння	24 Політика підтримки енергоефективної промисловості	
20 Ефективність транспортних систем		<b>Комунальні послуги:</b>
		25 Схеми ефективного енерговикористання у комунальному господарстві

Взаємодія з МЕА створює сприятливі передумови використання міжнародного досвіду підвищення енергетичної та екологічної ефективності в країні.

МЕА є незалежною інституцією, яка реалізує комплексну програму енергетичного співробітництва двадцяти дев'яти країн-членів Організації економічного співробітництва та розвитку.

В організації представлені більшість країн Європейського Союзу, США, Канада, Австралія, Японія, Корея.

МЕА запропонувало низку політичних заходів з енергетичної ефективності учасникам самітів «Великої вісімки» у 2006, 2007 і 2008 рр. Зведений комплекс рекомендацій цих самітів, що стосується 25 сфер діяльності в семи пріоритетних областях включає: міжгалузеву діяльність; будівлі; побутові прилади; освітлення; транспорт; промисловість; системи електропостачання.

Рекомендації МЕА можуть бути основою для формування політики енергетичної ефективності в регіонах України.

**Попов Олександр Вікторович**, кандидат економічних наук, Перший заступник голови правління Акціонерного товариства «ФЕД», м. Харків, Україна; Тел. ( 057 ) 7 66 52 33. E-mail: a.popov@fed.com.ua

**Мехович Сергій Анатолійович**, доктор економічних наук, професор, професор кафедри економіки бізнесу і міжнародних економічних відносин; Тел. (050)4026212; E-mail: sm261245@gmail.com

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002.*

## МІСЦЕ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РЕІНЖИНІРИНГУ В МЕТОДОЛОГІЇ СИСТЕМНОГО ОПИСУ ІННОВАЦІЙ

**Анотація.** В статті надано характеристику технологічному реінжинірингу та визначено його місце в методології опису інновацій - технічних, технологічних, організаційних, логістичних, тощо. У вітчизняній практиці інноваційних перетворень відомі такі інструменти, як санація, реорганізація та реструктуризація. Ефективність їх застосування значною мірою залежить від рівня інтегрованості, досконалості і методології застосування. Технологічний реінжиніринг представляє собою похідний інструмент інноваційних перетворень, тому його фундаментальні аспекти розглянуто разом з поняттями «технологічні інновації», «управління» та «інжиніринг». Надано характеристику цим інструментам. Грунтуючись на виконаному аналізі існуючих трактувань понять «інновації», «технологія», «інжиніринг» та «реінжиніринг бізнес-процесів» надано авторське визначення поняття «технологічний реінжиніринг», яке по своїй природі втілює елементи усіх цих дефініцій. Поняття «технологічний реінжиніринг» конкретизує елементи складових організаційно-економічного механізму діяльності підприємства, в рамках якого здійснюються корінні перетворення. Структурно-логічна сутність поняття «технологічний реінжиніринг» розглядається як системне перетворення на принципово новій технологічній основі виробничо-технічної бази й відповідний організаційно-виробничих відносин. На відміну від представлених у науковій літературі підходів, останній представляє собою формалізовані процедури радикального, комплексного та системного перетворення виробничої основи з метою забезпечення конкурентоспроможності підприємств та регіонів та змісту є виробничо-технічні заходи, які пов'язані, насамперед, з принциповим оновленням виробничих фондів, поліпшенням якості продукції та зниженням її собівартості, вдосконаленням асортименту продукції, що випускається. Це дозволяє деталізувати сутність цього поняття та відокремити інтелектуально-технічні інструменти її реалізації, такі, як санація, реструктуризація, реінжиніринг бізнес-процесів. Обґрунтовано, що дане визначення більш комплексно охоплює сфери реінжинірингу та передбачає перепроєктування бізнес-процесів разом з усіма складовими діяльності підприємства. Наведене визначення також дозволяє сформулювати теоретичні та методологічні положення щодо визначення дефініції «технологічний реінжиніринг».

**Ключові слова:** санація, реорганізація, реструктуризація, інновація, технологія, інжиніринг, технологічний реінжиніринг, бізнес-процеси.

**Popov Oleksandr Viktorovych**, Candidate of Economic Sciences, First Deputy Chairman of the Board of the FED Joint Stock Company, Kharkiv, Ukraine. Tel. (057) 7 66 52 33. E-mail: a.popov@fed.com.ua

**Mekhovich Serhii Anatoliyovych**, doctor of economics, professor, professor of the department of business economics and international economic relations, Tel. (050) 4026212; E-mail: sm261245@gmail.com

*National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", str. Kirpychova, 2, Kharkiv, Ukraine, 61002.*

## THE PLACE OF TECHNOLOGICAL RE-ENGINEERING IN THE METHODOLOGY OF THE SYSTEMIC DESCRIPTION OF INNOVATIONS

**Abstract.** The article describes technological reengineering and defines its place in the methodology of describing innovations - technical, technological, organizational, logistical, etc. In the domestic practice of innovative transformations, such tools as rehabilitation, reorganization and restructuring are known. The effectiveness of their application largely depends on the level of integration, perfection and application methodology. Technological reengineering is a derivative tool of innovative transformations, therefore its fundamental aspects are considered together with the concepts of "technological innovations", "management" and "engineering". These tools are characterized. Based on the analysis of the existing interpretations of the concepts of "innovation", "technology", "reengineering" and "reengineering of business processes", the author's definition of the concept of "technological reengineering" is given, which by its nature embodies the elements of all these definitions. The concept of

"technological reengineering" specifies the elements of the organizational and economic mechanism of the enterprise, within which fundamental transformations are carried out. The structural and logical essence of the concept of "technological reengineering" is considered as a systemic transformation on a fundamentally new technological basis of the production and technical base and the corresponding organizational and production relations. In contrast to the approaches presented in the scientific literature, the latter represents formalized procedures for radical, complex and systematic transformation of the production base in order to ensure the competitiveness of enterprises and regions and contains production and technical measures that are primarily related to the fundamental renewal of production assets, improvement product quality and cost reduction, improvement of the range of manufactured products. This allows us to detail the essence of this concept and to separate intellectual and technical tools for its implementation, such as remediation, restructuring, reengineering of business processes. It is justified that this definition more comprehensively covers the areas of reengineering and involves the redesign of business processes together with all components of the enterprise's activities. The given definition also allows for the formation of theoretical and methodological provisions regarding the definition of "technological reengineering".

**Keywords:** rehabilitation, reorganization, restructuring, innovation, technology, engineering, technological reengineering, business processes.

**Попов Александр Викторович**, кандидат экономических наук, Первый заместитель председателя правления Акционерного общества «ФЭД», г. Харьков, Украина. Тел. (057)7665233. E-mail: a.popov@fed.com.ua

**Мехович Сергей Анатольевич**, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики бизнеса и международных экономических отношений Тел. (050) 4026212; E-mail: sm261245@gmail.com  
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Курпичева, 2, Харьков, Украина, 61002.

## МЕСТО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕИНЖИНИРИНГА В МЕТОДОЛОГИИ СИСТЕМНОГО ОПИСАНИЯ ИННОВАЦИЙ

**Аннотация.** В статье представлена характеристика технологического реинжиниринга и определено его место в методологии описания инноваций-технических, технологических, организационных, логистических. В отечественной практике инновационных преобразований известны такие инструменты как санация, реорганизация и реструктуризация. Эффективность их внедрения в значимой степени зависит от уровня интегрированности, совершенства и методологии внедрения. Технологический реинжиниринг представляет собой производный инструмент инновационных преобразований, поэтому его фундаментальные аспекты рассмотрены вместе с понятиями "технологические инновации", "управление" и "инжиниринг". Дана характеристика этим инструментам. Основываясь на выполненном анализе существующих трактовок понятий «инновации», «технология», «инжиниринг» и «реинжиниринг бизнес-процессов», дано авторское определение понятия «технологический реинжиниринг», которое по своей природе воплощает элементы всех этих дефиниций. Понятие «технологический реинжиниринг» конкретизирует элементы составляющих организационно-экономического механизма деятельности предприятия, в рамках которого осуществляются коренные преобразования. Структурно-логическая сущность понятия "технологический реинжиниринг" рассматривается как системное преобразование на принципиально новой технологической основе производственно-технической базы и соответствующих организационно-производственных отношений. В отличие от описанных в научной литературе подходов, последний представляет собой формализованные процедуры радикального, комплексного и системного преобразования производственной основы с целью обеспечения конкурентоспособности предприятий и регионов и содержит производственно-технические мероприятия, связанные прежде всего с принципиальным обновлением производственных фондов, улучшением качества продукции и снижением ее себестоимости, совершенствованием ассортимента выпускаемой продукции. Это позволяет детализировать сущность этого понятия и отделить интеллектуально-технические инструменты его реализации, такие как санация, реструктуризация, реинжиниринг бизнес-процессов. Обосновано, что данное определение более комплексно охватывает сферу реинжиниринга и предполагает в том числе перепроектирование бизнес-процессов вместе со всеми составляющими деятельности предприятия. Приведенное определение также позволяет сформировать теоретические и методологические положения по определению дефиниции "технологический реинжиниринг".

**Ключевые слова:** санация, реорганизация, реструктуризация, инновация, технология, инжиниринг, технологический реинжиниринг, бизнес-процессы.

**Вступ.** Наприкінці ХХ століття в багатьох промислово розвинених країнах (США, Японія, Великобританія, Німеччина, Швеція та ін.) на реінжиніринговій основі створювались багатоваріантні проекти нових технологічних систем. Понад сорок років тому в ряді країн були спроектовані, збудовані й функціонували гнучкі автоматизовані заводи. Такі заводи-автомати створювались за державними програмами промислового розвитку. Роботи в цьому напрямку сьогодні здійснюються в розвинених країнах не тільки в рамках зазначених програм, але й окремими фірмами. Організаційно-економічні особливості формування ідеології гнучкого автоматизованого виробництва при проведенні інноваційних перетворень повинні відображати особливості та специфіку самого підприємства. Для досягнення необхідної ефективності, підприємства повинні мати сучасну технологічну базу, яка може сприймати такі нововведення. Для переважної більшості вітчизняних підприємств це, поки що, неможливо. Особливо це відноситься до підприємств машинобудівної галузі, яка найбільше впливає на загальний розвиток економіки країни. Більшість цих підприємств в Україні є проблемними й завдання перетворення їх виробничої бази в високотехнологічну можливо вирішити тільки на основі інноваційного перетворення всього виробництва.

**Викладення основного матеріалу.** Під «інноваціями» у технічній та економічній літературі розуміють різного виду нововведення (технічні, технологічні, організаційні тощо), що використовуються для розвитку суспільства, його економічної та матеріально-технічної бази, задоволення зростаючих потреб, оскільки до надходження на ринок нововведення є «річчю в собі» [1]. Деякі автори розробку наукових основ нової технології, розробку технологічних ліній, пристроїв, обладнання часто відносять до самої інновації [2,3]. Більш того, вважають часто одним з основних видів робіт в структурі інноваційної діяльності. У ринковій економіці розробка основ технологій і відповідного обладнання розглядається лише як вид науково-технологічної діяльності, яка передує інновації. Інновації виникають у результаті творчої інноваційної діяльності як у сфері науково-технічної діяльності, так і в повсякденній виробничій або підприємницькій діяльності. Інноваційна діяльність передбачає цілий комплекс наукових, технологічних, організаційних, фінансових і комерційних заходів, що у своїй сукупності створюють інновації. У кожній із областей інноваційної діяльності можуть виникати нововведення, лише частина з яких після цілого ряду перетворень стає інноваціями [1]. Суть інновацій можна виразити як процес трансформації ідеї в новий чи удосконалений технологічний процес, продукт або послугу, що використовуються в подальшому для практичних цілей.

В економічній літературі [4] широко поширені два теоретичних положення виникнення інновацій: 1) гіпотеза «попиту на технологію», 2)



теорія «індукованих нововведень». Як видно, саме поняття «інновація» не має однозначно сталого визначення [5,6].

У даній статті розглядаються технологічні інновації, використовувані для інноваційного перетворення основного виробництва проблемного підприємства в рамках вирішення загальної проблеми забезпечення його конкурентоспроможності. Інноваційні теорії технологічних змін сформулювали концептуальні засади розвитку суспільств та економіки, які ґрунтуються на постійному оновленні технологічної бази виробничої діяльності, зміні технологій та технологічних укладів. Заохочує до таких змін прагнення підприємців до підвищення норми прибутковості. Її зменшення внаслідок широкої дифузії інновацій у галузі змушує підприємців до постійного інноваційного пошуку, який прискорює темпи науково-технічного прогресу та сприяє підвищенню продуктивності праці в усіх галузях діяльності. Це визначає соціально-економічний розвиток суспільства та відкриває нові можливості реалізації творчого потенціалу особистості, отже, створює умови для нового витка науково-технічного прогресу.

Саме такі процеси характерні для технологічного реінжинірингу, який зачіпає всі елементи виробничої інфраструктури, включаючи верстатний парк, технологію, бізнес-процеси, кадри, маркетингову політику, міжгалузеві зв'язки тощо. Інноваційні перетворення є відповіддю на ринкові виклики середовища. Предметом технологічного реінжинірингу можуть бути як окремі підприємства, і галузі, і групи галузей. Як показала практика, технологічна санація одиничних підприємств не може дати глобального економічного ефекту і не призводить до корінних змін у економіці. В умовах ринкової конкуренції це дає лише конкурентні переваги окремо взятим підприємствам, які стали на шлях інноваційних перетворень.

У вітчизняній практиці інноваційних перетворень відомі такі інструменти, як санація, реорганізація та реструктуризація. Ефективність їх застосування значною мірою залежала від рівня інтегрованості, досконалості і методології застосування. Технологічний реінжиніринг представляє собою похідний інструмент інноваційних перетворень, тому, перш ніж розглянути його фундаментальні аспекти, доцільно звернутись до понять «технологічні інновації», «управління» та «інжиніринг».

Загальноприйнята методологія системного опису інновацій базується на міжнародних стандартах, рекомендації яких прийняті створеною в рамках Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) групою національних експертів з науки і техніки (Стандартна практика, яка пропонується для експертизи досліджень та експериментальних розробок) [7]. Ці стандарти охоплюють нові продукти і нові процеси, а також їх значні технологічні зміни. Згідно вищезазначеним стандартам, існують два типи технологічних інновацій: продуктова і процесна. Продуктова інновація охоплює впровадження нових або вдосконалених продуктів. Її поділяють на

два види: базисні та покращуючі. Процесна інновація являє собою освоєння нових форм і методів організації виробництва в процесі випуску нової продукції. Для більш повного розуміння сутності інноваційних процесів, велике значення має узагальнення класифікації інновацій по ряду певних ознак. Розроблений у наукових працях класифікатор інновацій дозволяє не тільки усвідомити їх роль у розвитку підприємств, а й отримати цілий ряд інших позитивних результатів. Серед підходів до класифікації інновацій найпоширенішим вважається розподіл їх за сутністю і сферою застосування [8-12].

Проведений науковцями семантичний аналіз дозволив сформулювати релевантний асоціативний ряд поняття «інновація», що полегшує сприйняття цього багатогранного соціотехнічного феномену (рис.1) [13,с.19].

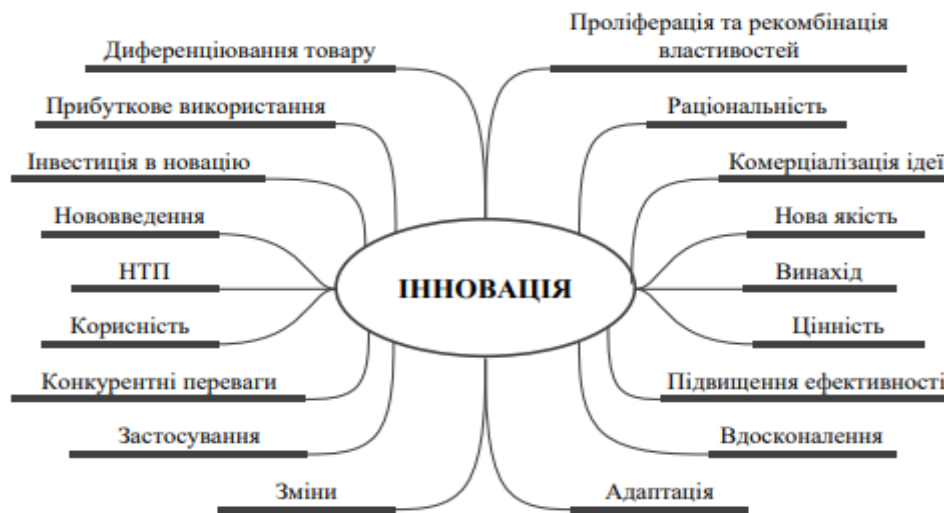


Рис.1. Асоціативний ряд поняття «інновація»

Під терміном «інновація» будемо розуміти «процес і результат трансформації знань, втілений у нових або вдосконалених об'єктах, з метою отримання мультисистемного ефекту» [13,с.19]. При цьому основними відмінними рисами інновації будемо вважати наявність факту зміни існуючого раніше знання з наміром отримання корисного ефекту як для задоволення власних потреб (з метою впровадження у власному виробництві або для накопичення), так і для реалізації. Істотною особливістю інновацій є продукти або послуги, відмінні від існуючого. Інновація не обов'язково повинна бути технічною і взагалі чимось речовим. Це може бути нова ідея організації послуг, яка повинна відповідати потребам і бажанням споживачів. Визначальними властивостями інновацій є економічно обґрунтована новизна та соціальна значимість, що відповідає запитам споживачів і ринку. Інноваційний процес не існує сам по собі, він привертає увагу підприємців,

інвесторів, регіонів, споживачів і для створення ефекту потребує спеціальних методів управління.

Систематизація дефініцій поняття «управління» в соціально-економічній сфері дозволяє виділити ряд підходів, які обумовлюють його як безперечний атрибут будь якої діяльності. Такої ж думки М. Мескон, який вважав, що «... управління - це функція, вид діяльності по керівництву людьми в найрізноманітніших організаціях, сфера людського знання, що допомагає реалізувати цю функцію» [14,с.346]. На рис. 2 представлена одна з концепцій щодо підходів до визначення поняття «управління» [15,с.21].

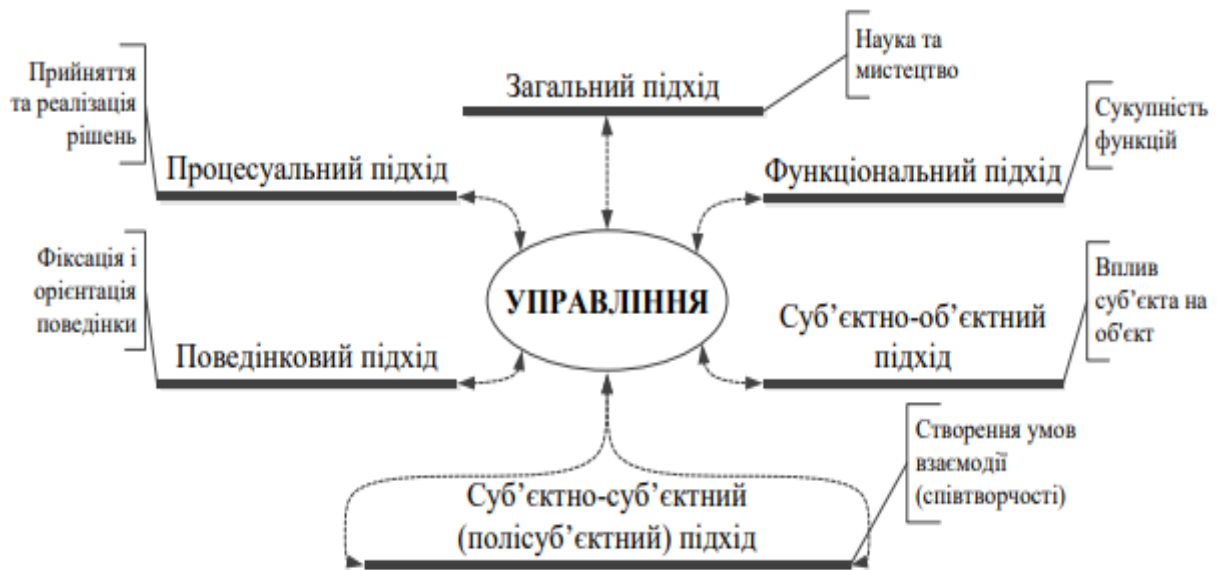


Рис. 2. Концептуальна карта підходів щодо визначення поняття «управління»

Загальний (філософський) підхід, в рамках якого управління розглядається, як наука і мистецтво, об'єднує в собі загальне і індивідуальне. Функціональний підхід представлений процесом реалізації певного набору управлінських функцій. З точки зору функцій, управління розуміється як процес планування, організації, мотивації і контролю, необхідний для того, щоб сформулювати і досягти мети організації. Процесуальний підхід конституює управління як процес прийняття та реалізації управлінських рішень. Поведінковий (психологічний) підхід розглядає управління як механізм, що забезпечує взаємодію керівника та керованого суб'єкту, при якому перший відстежує функціонування другого щодо досягнення заздалегідь поставлених цілей. Суб'єктно-об'єктний (кібернетичний) підхід характеризує «цілеспрямований вплив суб'єкту управління (наприклад, менеджера) на об'єкт управління (виконавець) з метою зміни параметрів його функціонування». Суб'єктно-суб'єктний або суб'єктно-полісуб'єктний

(рефлексивний) підхід, передбачає створення відповідних інформаційних підстав для прийняття суб'єктом рішень в інтересах організації, за рахунок врахування його ціннісно-цільових орієнтирів. Виходячи з цих підходів, можна дійти до висновку, що управління - це цілеспрямована взаємодія керуючої і керованої підсистем для зміни параметрів функціонування або досягнення запланованого розвитку нових або вдосконалених об'єктів. Виходячи з запропонованих дефініцій понять «інновація» та «управління» можемо визначити зміст комплексного поняття «управління інноваціями» як цілеспрямовану взаємодію керуючої і керованої підсистем, орієнтовану на отримання корисних комбінацій властивостей інноваційних об'єктів. Схема виведення комплексного поняття «управління інноваціями» представлена у науковій літературі і має наступний вигляд (рис. 3) [15, с.19].

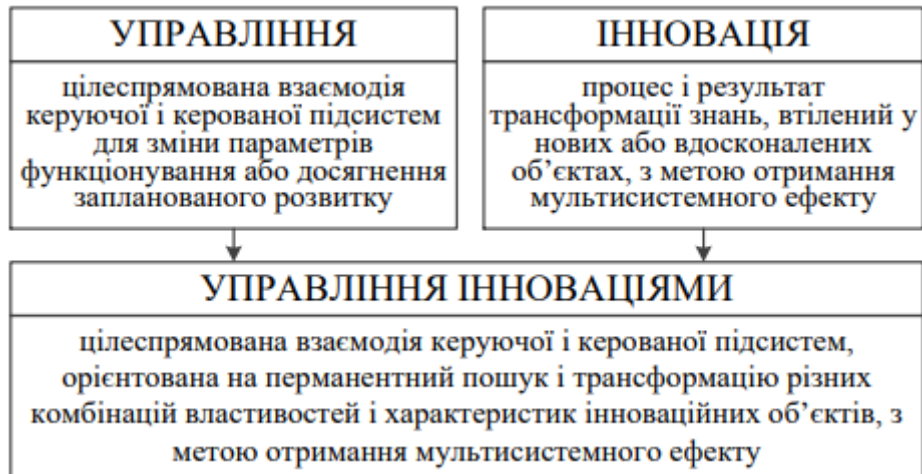


Рис. 3. Схема виведення комплексного поняття «управління інноваціями»

Важливим інструментом системи управління інноваціями постає інжиніринг. Інжиніринг (англ. engineering) – це набір способів і методів, які фірма використовує для проектування власної діяльності. Як правило, це інженерно-консультативні послуги, пов'язані з організацією та супроводженням виробничого процесу. Інжиніринг бізнесу - це набір прийомів і методів, які компанія використовує для проектування бізнесу. Усі види інжинірингових послуг можна об'єднати в дві групи. Перша група – послуги, пов'язані з підготовкою виробничого процесу, включаючи передпроектні, проектні, післяпроектні та спеціальні послуги. До другої групи відносяться послуги з забезпечення процесу експлуатації виробничого обладнання, включаючи інформаційне забезпечення, матеріально-технічне постачання, логістику, маркетинг, менеджмент, підбір і підготовка кадрів, поради з фінансової політики, тощо. Інжиніринг охоплює всі стадії вибору, монтажу та забезпечення

функціонування об'єктів виробництва, включаючи інноваційний продукт та технологію.

Визначення поняття «технологія», що зустрічаються в науковій літературі, можуть бути умовно розподілені за трьома групами. До першої групи відносяться визначення, в яких технологія ототожнюється з її матеріальними носіями та/або з конкретними виробничими процесами [16]. Автори другої групи визначень під поняттям «технологія» пропонують розуміти сукупність науковотехнічних знань та побічні ефекти, що супроводжують впровадження технології [17]. Для третьої групи характерне визначення, розроблене професором Єльського університету Ф. Хадлом: «Технологія – це розробка й суспільне використання інформації» [18]. Він не уточнює, що саме це за інформація, але зрозуміло, що це специфічна інформація щодо засобів, строків та порядку виконання операцій виробничого процесу.

У закордонній літературі з визначень технології найбільшій увазі заслуговує сформульоване Хайденом. На його думку, технологія – це сукупність знань, за допомогою яких такі фактори виробництва, як патентні права, наукові знання, результати досліджень і розробок, застосовуються у виробництві товарів [19].

Існує також тлумачення, яке визначає технологію як синтезований об'єкт права інтелектуальної власності, тобто, як об'єкт господарсько-правового регулювання, що відносить його до особливого роду нематеріального активу, об'єкта господарського обороту, і таким чином до інноваційного продукту, який має властивість передаватись та використовуватись з певними цілями [20, с.63]. Цю властивість у 80-х роках ХХ ст було закріплено у проекті Міжнародного кодексу поведінки у сфері передачі технології, розробка якого здійснювалася у рамках Конференції ООН з торгівлі й розвитку (ЮНКТАД). У цьому документі визначено поняття «передача технології», зміст якої формулюється як науково-технічні, виробничі, організаційно-управлінські й комерційні знання й досвід, які необхідні для створення товарів і послуг [21].

Всесвітня організація інтелектуальної власності поняття «технологія» у практичному посібнику із ведення переговорів під час укладення ліцензійних договорів зазначає, що технологія у широкому значенні означає кінцевий результат досліджень та розробок у вигляді винаходу, ноу-хау, промислового зразка, корисної моделі, нового селекційного досягнення, технічної інформації, застосовуваних під час створення нових чи поліпшених товарів чи послуг, які краще задовольняють потреби ринку [22].

Із прийняттям Закону України «Про державне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій» поняття технології набрало офіційного нормативного закріплення як результату інтелектуальної

діяльності, сукупності систематизованих наукових знань, технічних, організаційних та інших рішень про перелік, строк, порядок та послідовність виконання операцій, процесу виробництва та/або реалізації і зберігання продукції, надання послуг [23]. До таких результатів як правової форми технології, у першу чергу, можна віднести об'єкти права інтелектуальної власності (зокрема винаходи, корисні моделі, твори наукового, технічного характеру, комп'ютерні програми, комерційні таємниці, ноу-хау або їх сукупність). Отже, технологія – це обов'язково науково-технічні знання (або науково-технічні результати), виражені у формі об'єктів прав інтелектуальної власності чи інших не охоронюваних законом результатів творчої діяльності, що виступають як особливі об'єкти нематеріального характеру, що за своєю суттю являє собою інтелектуальну складову технології. Що стосується технології взагалі, то етимологічно у перекладі з грецької вона означає: *téchne* – мистецтво, майстерність; *logos* – вчення. У широкому значенні її розуміють як обсяг знань, які використовують для виробництва товарів і послуг з економічних ресурсів. Можна стверджувати, що технологія – це сукупність формалізованих знань про виконання процесу. Безпосереднє відношення до технології має поняття «реінжиніринг». Поряд з іншим, принциповим має підхід вчених-економістів Череп А.В., Потопа К.Л., Ткаченко О.В. Вони визначають реінжиніринг як процес, який передбачає відмову від застарілих правил, систем і структур, що склалися на існуючих підприємствах, та пропонують нові способи організації діяльності з метою істотної зміни показників діяльності [24]. Автор стверджує, що даний підхід до визначення реінжинірингу повинен також включати дослідження прибутковості бізнес-процесів після їх перепроєктування. такий підхід цілком збігається із тлумаченням М. Хаммера, який запровадив цей термін як «фундаментальне переосмислення та радикальне перепроєктування ділових процесів для досягнення різких, стрибкоподібних покращень головних сучасних показників діяльності компанії, таких як вартість, якість, сервіс і темпи» [25].

Дослідник Дегтева Є.В. поняття «реінжиніринг» визначає як напрям, що не існував раніше та який неможливо порівняти з усіма відомими нам підходами до поліпшення діяльності організації. На її думку, це процес фундаментального переосмислення і реконструкції бізнесу, що втілює у собі нові способи виконання робіт [26]. Погляд на побудову компанії як на інженерну діяльність трактує «реінжиніринг» Кімбі Р. Він бачить «реінжиніринг» не просто як один із способів успішного розвитку підприємницької діяльності, а як і новий спосіб мислення, погляд на перетворення як на інженерну діяльність [27]. Науковець Родинков А.М., трактує поняття «реінжиніринг» як

істотне переосмислення виробничих процесів, організації, технології, бізнес-планування виробництва на основі впровадження сучасних досягнень науки і техніки з метою кардинального підвищення економічних показників господарської діяльності, посилення конкурентоспроможності на ринку [28]. Вчений Лам К. під поняттям «реінжиніринг» розуміє поліпшення якості, але не як тотальне управління якістю (TQM), оскільки TQM орієнтоване на досягнення поступового поліпшення, у той час як реінжиніринг – це одномоментний радикальний підхід до поліпшення діяльності [29].

Реінжиніринг охоплює такі ключові аспекти, як фундаментальний та радикальний. Перший аспект означає сутність підходу взагалі до перетворень. При перепроєктуванні спочатку визначається, що повинна робити компанія, а потім, як вона повинна це робити. Радикальним є те, що перепроєктовано. Отже, це зміна усієї суті системи, а не тільки поверхневі перетворення. Тобто, в ході радикального перепроєктування пропонуються абсолютно нові способи виконання роботи [30,31]. Радикальні перетворення означають не поліпшення існуючого стану розвитку, не проведення косметичних заходів та часткових змін, не перетасування вже існуючих підходів щодо функціонування організації, а абсолютну відмову від того, що було раніше, застосування докорінно нових підходів у здійсненні виробничих процесів [32]. Реінжиніринг не застосовується у тих випадках, коли потрібне незначне поліпшення або збільшення показників діяльності компанії. Тут використовуються традиційні методи, застосування яких не зв'язане зі значним ризиком. Реінжиніринг доцільний тільки тоді, коли вимагається досягти різкого (стрибкоподібного) поліпшення показників діяльності компанії (500-1000% і більше) шляхом заміни технологій та старих методів управління новими [33]. Отже, істотне поліпшення розвитку організації – це не просто покращення певної характеристики діяльності останньої в цілому або окремої її ланки. У першу чергу, це перехід до якісно нового рівня ефективності бізнесу, здійснення прориву у діяльності, забезпечення стрімкого підвищення результатів функціонування суб'єктів господарювання [34,35].

Метою технологічного реінжинірингу виробничо-технічної бази підприємства є радикальна перебудова виробництва для забезпечення конкурентоспроможності підприємства, високої якості продукції, розширення її асортименту (лінійного ряду) і зниження собівартості на основі істотного підвищення продуктивності праці. Об'єкти та задачі дослідження технологічного реінжиніринга виробництва представлено на рис. 4.

## Об'єкти технологічного реінжинірингу проблемних підприємств

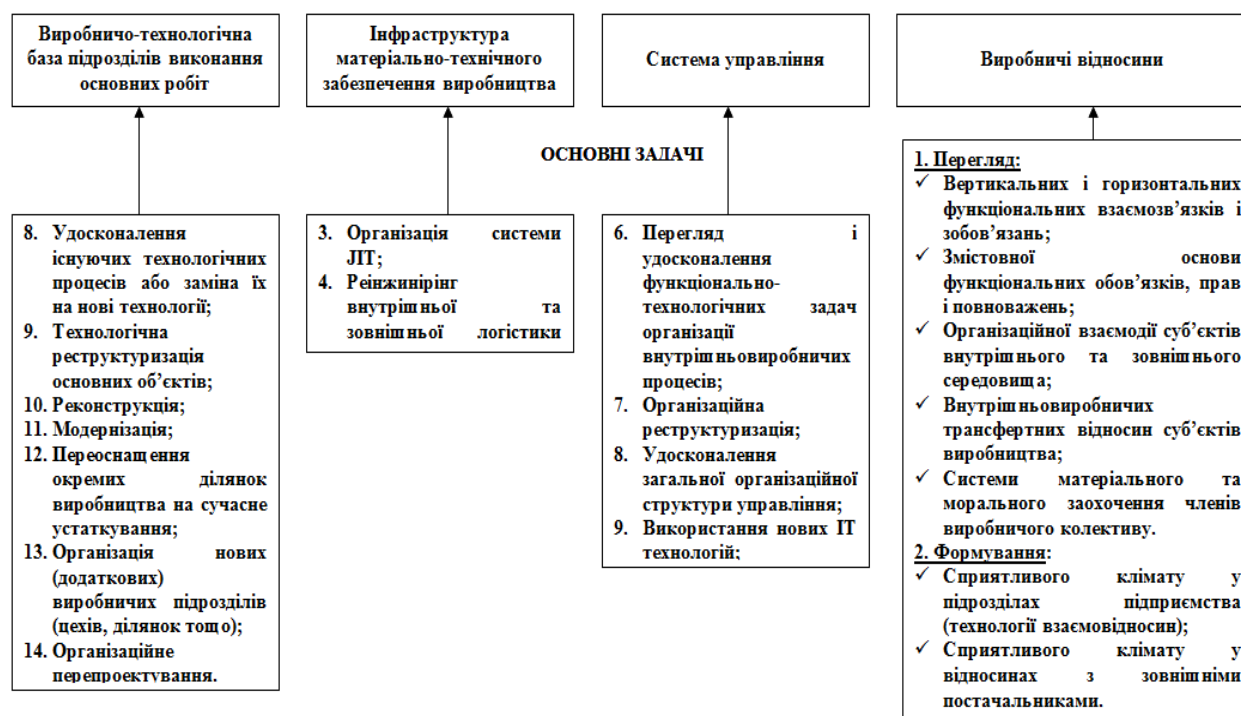


Рис. 4. Об'єкти та задачі технологічного реінжиніринга виробництва

Як видно з рис. 4, об'єктами технологічного реінжинірингу проблемних підприємств визначено виробничо-технологічну базу, матеріально-технічне забезпечення, систему управління і виробничі відносини. Основні задачі зводяться до технологічних процесів, організації та управління. Такий підхід пояснюється нагальними задачами наведення організаційного порядку, виробничої дисципліни та удосконаленням господарського механізму та значними за своїми масштабами перетвореннями служб і підрозділів на принципово іншій технологічній основі. Структурна декомпозиція комплексу робіт при проведенні технологічного реінжинірингу наведено на рис. 5.

При проведенні реінжинірингу підприємству дуже важливо спочатку визначити зони своєї компетенції, тобто в якій сфері діяльності воно випереджає інших. Наприклад, компанія «Sony» вважала, що вона компетентна в мініатюризації, «Boeing» – в інтегрованих комплексах, «Philips» – у відеоінформації. Аналогічно, слід визначити, які області компетенції підприємства є для нього визначальними. Необхідно, перш за все, відповісти на питання, що саме підприємство робить або збирається робити краще за інших. При цьому, крім впровадженні нових технологій, зміни структури виробництва та структури управління, інфраструктура матеріалотехнічного забезпечення підприємства також повинна бути об'єктом приведення у відповідність змінам.



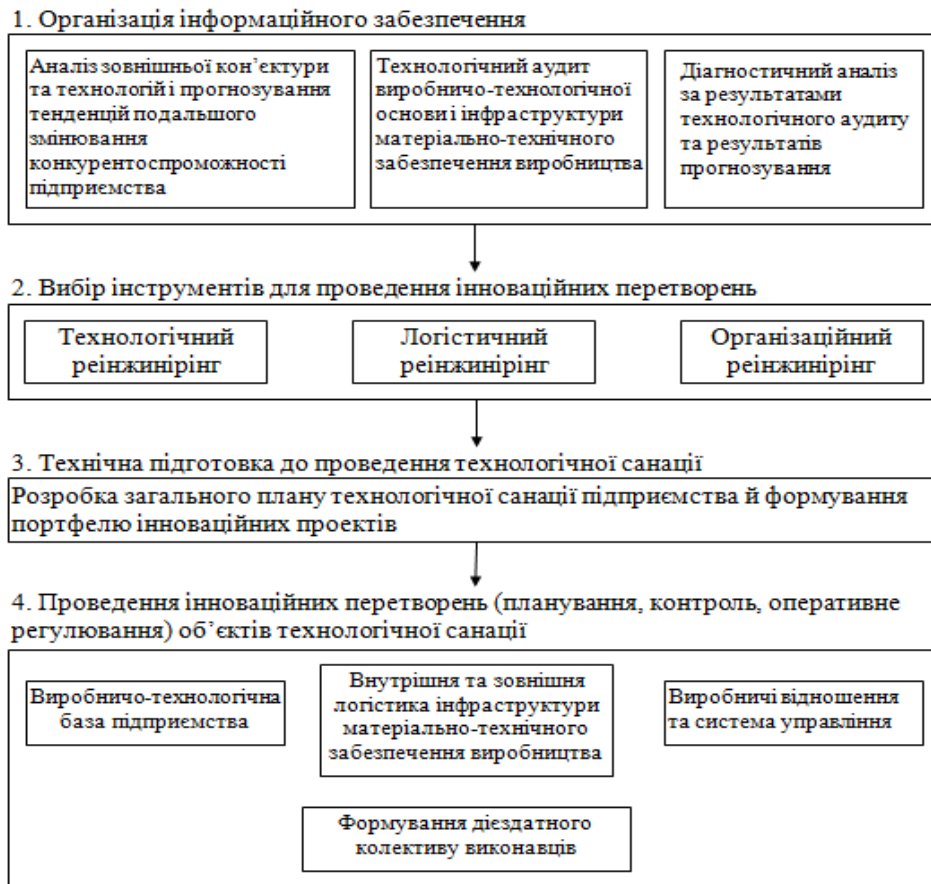


Рис. 5. Структурна декомпозиція комплексу робіт при проведенні технологічного реінжинірінгу

Практика показує, що радикально модернізувати та реформувати не можна окремо виробництво або управління, оскільки це єдина система і будь-які зміни в її його частині призводять до змін в інших ланках, причому ці зміни повинні бути узгоджені. Власне в цьому й полягає комплексний, системний підхід вирішення проблеми реінжинірінгу. Таке узгодження й оптимізація в повному обсязі й одразу неможливі, проте необхідно досягати максимальної сумісності виробничих і управлінських структур у процесі інноваційних перетворень. Наприклад, за рахунок впровадження нових технологій збільшення продуктивності обов'язково має спиратись на зростання ефективності та продуктивності праці менеджерів, що неможливо без змін у системі управління. Практика підтвердила тезу про те, що для проведення технологічного реформування виробництва звичайно необхідні кошти, але в значно більшій мірі для цього потрібні люди, здатні реалізувати ці перетворення. Так, наприклад, на думку керівництва компанії «Маккінзі», реальне технологічне перетворення підприємства відбувається тільки тоді, коли воно сталося у свідомості людей. Сучасна ситуація така, що неможливо створити нову систему,

яка надовго залишатиметься стабільною, тобто, ідеальний світ інноваційних перетворень на основі проведення технологічної санації – це не стільки світ нових структур, скільки світ нових людей [36,37].

Відомо, що успіхи розвинених країн Заходу, Японії та США забезпечені інноваціями. Це не тільки новітні технології, а й створення нових підходів і методів, які об'єднуються в систему сучасного менеджменту, що вирішує завдання постійної технологічної санації проблемних підприємств. У цьому контексті розвиток інформаційних технологій все більше зближує вчених, управлінців, виробників. Сучасний IT-менеджмент як одне із завдань технологічної санації – це на 80 % робота програм і пристроїв під контролем людини. Постійні технологічні інновації, що концентруються переважно у високотехнологічних галузях, здійснюють стимулюючий вплив на економічне зростання і зайнятість. Проте їх реалізація може призводити до скорочення попиту на первинні ресурси, загострення структурного безробіття, викликаного технологічними чинниками. Успіх проведення технологічної санації на проблемних підприємствах також залежить від тривалості інвестиційного циклу (велика тривалість характерна для базових інноваційних перетворень, менша – для тих, що покращують існуючі технології). Поняття «реінжиніринг» найбільш поширено вживається у сполученні з бізнес-процесами [32,37-40]. Зазначені та інші автори внесли суттєвий вклад у розробку теорії та практичного впровадження технології бізнес процесів, однак аналіз наукових робіт вітчизняних та зарубіжних вчених показав, що на сьогодні немає єдиного погляду на визначення такого поняття як «реінжиніринг бізнес-процесів».

Ґрунтуючись на виконаному аналізі існуючих трактувань понять «інновації», «технологія», «реінжиніринг» та «реінжиніринг бізнес-процесів» вважаємо за доцільне дати авторське визначення поняття «технологічний реінжиніринг», яке по своїй природі втілює елементи усіх цих дефініцій. Структурно-логічна сутність поняття «технологічний реінжиніринг» нами розглядається як системне перетворення на принципово новій технологічній основі виробничо-технічної бази й відповідних організаційно-виробничих відносин. На відміну від представлених вище підходів, останній представляє собою формалізовані процедури радикального, комплексного та системного перетворення виробничої основи з метою забезпечення конкурентоспроможності підприємств та регіонів та змісту є виробничо-технічні заходи, які пов'язані, насамперед, з принциповим оновленням виробничих фондів, поліпшенням якості продукції та зниженням її собівартості, вдосконаленням асортименту продукції, що випускається. Це дозволяє деталізувати сутність цього поняття та відокремити інтелектуально-

технічні інструменти її реалізації, такі, як санація, реструктуризація, реінжинірінг бізнес-процесів. Поняття «технологічний реінжинірінг» конкретизує елементи складових організаційно-економічного механізму діяльності підприємства, в рамках якого здійснюються корінні перетворення.

Автор стверджує, що дане визначення більш комплексно охоплює сфери реінжинірінгу, що передбачає і перепроєктування бізнес-процесів і всіх складових діяльності підприємства. Наведене визначення також дозволяє сформулювати теоретичні та методологічні положення щодо формування дефініції «технологічний реінжинірінг».

Ринкове середовище характеризується, перш за все, постійними змінами попиту і пропозицій. Щоб ефективно функціонувати в конкурентному середовищі підприємству необхідно зосередити основні зусилля на розробці, створенні та формуванні виробничої бази, яка б максимально відповідала викликам ринку. Важливим фактором при цьому є скорочення тривалості виробничого циклу, економія трудових ресурсів, необхідність постійного оновлення продукції при зниженні її собівартості. Задовольнити ці вимоги може тільки ефективна і гнучка виробничо-економічна система, яка дозволяє в найкоротші терміни і з мінімальними витратами перебудовуватись з випуску одного виду продукції на інший [11,41,42].

**Висновки.** 1. Науковий й промисловий потенціал, що дістався сучасній Україні після розпаду Радянського Союзу, незважаючи на неефективне використання цієї спадщини, є суттєвою основою щодо інноваційних перетворень української економіки та інтеграції її в світовий економічний простір. Тренд, що позначився в останні роки з відновлення і подальшого розвитку економічного потенціалу країни, є не тільки реакцією на кризові явища, що на протязі вже майже п'яти років мають місце у світовій та європейській економіці, але й свідомим зміцненням ринкової основи українського промислового господарства та зростання темпів його інноваційного перетворення.

2. Україна має не тільки практичні передумови, але й усвідомлення топ-менеджментом промислових підприємств здібності самостійного проведення необхідних інноваційних перетворень виробничої основи для досягнення конкурентних переваг в умовах посилення світової глобалізації. Технологічні перетворення виробничої бази проблемних підприємств у цьому контексті повинні розглядатися як складний, але вкрай важливий та необхідний організаційний процес формування конкурентоспроможності сучасних виробництв, що має багатоетапну основу, оскільки цей процес передбачає не тільки переоснащення технологічної бази, але й вирішення важливих питань створення нових організаційно-економічних відносин

майже з усіх аспектів виробничої діяльності в умовах жорсткої ринкової конкуренції.

3. Критерієм вибору стратегії інноваційних перетворень повинно бути створення можливостей переходу до більш високого рівня технологічного переділу виготовлення продукції за умови її конкурентноздатності на внутрішньому та зовнішньому ринках, що забезпечується методологічними особливостями організації робіт з технологічного реінжинірингу.

#### Список використаної літератури:

1. Шумпетер Й. Теория экономического развития. Пер. с англ. / Й. Шумпетер. – Москва: Прогресс, 1992. – 456 с.
2. Фатхутдинов Р. А. Конкурентоспособность: экономика, стратегия, управление / Р. А. Фатхутдинов. – Москва: ИНФРА-М, 2000. – 312 с.
3. Лопатников Л. И. Краткий экономико-математический словарь / Л. И. Лопатников – Москва: Знание, 1973. – 165 с.
4. Глазьев С. Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития / С. Ю. Глазьев. – Москва: ВлаДар, 1993. – 223 с.
5. Райнерт Э. С. «Ставку нужно делать на промышленность.» URL: <http://www.businessstuning.ru/pb/bt/232-erik-raynert-stavku-nuzhno-delat-na-promyshlennost.html>
6. Афанасьев В. Г. Актуальные проблемы научного управления обществом / В. Г. Афанасьев. – Москва: Знание, 1975. – 64 с.
7. Джек Траут, Эл Райе. В поисках очевидного. Как избавиться от хаоса в маркетинге и бизнес-стратегии. – СПб.: «Питер», 2009. – 272 с.
8. Игошин Н. В. Инвестиции. Организация, управление, финансирование: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям 060000 экономики и управления / Н. В. Игошин. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 448 с.
9. Гальчинский А. С. Инновационная стратегия украинских реформ / А. С. Гальчинский, В. М. Геець, А. К. Кінах, В. П. Семиноженко. – Київ: Знання України, 2002. – 336 с.
10. Мот Ж. Статистические предвидения и решения на предприятии / Ж. Мот. – Москва: Прогресс, 1966. – 302 с.
11. Мехович С. А. Економічні проблеми гнучких виробничих систем: монографія / С. А. Мехович. – Харків: НТУ "ХПІ", 2007. – 232 с.
12. Пахомов Ю. Украина и вызовы глобализации / Ю. Пахомов. URL: <http://www.day.kiev.ua/82520/>.
13. Валревен К. Д. Управление рисками коммерческого банка: учеб. пособие / под ред. М. Э. Ворд. Институт экономического развития Мирового банка. – Вашингтон, 1993. – 315 с.
14. Кутейников А. А. Технологические нововведения в экономике США / А. А. Кутейников. – Москва: Наука, 1990. – 196 с.
15. Дойль Питер, Штерн Фил. Маркетинг менеджмент и стратегии, 4-е издание. – СПб: Издательский дом «Питер», 2007. – 544 с.
16. Ивашкевич В. Б. Бухгалтерский управленческий учет: учебник для вузов. – М.: Экономистъ, 2006. – 618 с.
17. Ивлев В. А., Попова Т. В. ABIS. Информационные системы на основе действий. – М.: Изд-во «1С-Публишинг», 2005. – 245 с.
18. Ивин Л. Н. Информационная экономика / Л. Н. Ивин, В. М. Куклин. – Харьков: изд-во Кроссроуд, 2005. – 436 с.
19. Ивин Л. Н. Кризисный менеджмент: Монография / Л. Н. Ивин, В. М. Куклин, Л. Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ / под ред. Ивина Л.Н. – Х.: НТУ «ХПИ», 2008. – 563 с.
20. Ивин Л. Н. Практические аспекты управления производственным процессом освоения новых изделий: Обзор. / Л.Н. Ивин. – Москва: НИИМАШ, 1983. – 70 с.
21. Ивин Л. Н. Управление производственным процессом освоения новой техники: Обзор. / Л.Н. Ивин. – Москва: НИИМАШ, 1982. – 67 с.
22. Игошин Н. В. Инвестиции. Организация, управление, финансирование: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям 060000 экономики и управления / Н. В. Игошин. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 448 с.

23. Ильин В. В. Философия : Учеб. для вузов. – Москва: Академический проект, 1999. – 592 с.
24. Ивин Л. Н. Инновационная экономика / Л.Н. Ивин, В.М. Куклин, и др. / под ред. Ивина Л.Н. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2009. – 588 с.
25. Дробозина Л. А., Константинова Ю. Н., Окунева Л. П. и др. Общая теория финансов: Учебник / Под ред. Л.А. Дробозиной. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1995. – 256с.
26. Канторович Л. В. Математическая оптимизация планирования в экономике / Л. В. Канторович, А.Б. Горстко. – Москва: Знание, 1968. – 95 с.
27. Инновационный менеджмент: Учебник для вузов / С. Д. Ильенкова, Л. М. Гох-берг, С. Ю. Ягудин и др.; Под ред. проф. С. Д. Ильенковой. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 343 с.
28. Инновационный менеджмент: Учебник для вузов / Под ред. В. Я. Гор-финкеля, В. А. Швандара. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 416 с.
29. Инновационный процесс в странах развитого капитализма (методы, формы, механизмы) / под ред. И.Е. Рудаковой. – Москва: МГУ, 1991. – 143 с.
30. Карлофф Б. Деловая стратегия. – М.: Экономика, 1991. – 139с.
31. Джек Траут, Эл Райе. В поисках очевидного. Как избавиться от хаоса в маркетинге и бизнес-стратегии. – СПб.: «Питер», 2009. – 272 с.
32. Ковалев В. В. Введение в финансовый менеджмент. – Москва: Финансы и статистика, 2001. – 768 с.
33. Геєц В. М. Інноваційні перспективи України / В. М. Геєц, В. П. Семиноженко. – Харків: Константа, 272 с.
34. Дихтль Е., Хёршген Х. Практический маркетинг: Учеб. Пособие / Пер. с нем. А. М.Макарова; Под ред. И. С.Минко. – М.:Высш. шк.: ИНФРА-М, 1996. – 255 с.
35. Дойль Питер, Штерн Фил. Маркетинг менеджмент и стратегии, 4-е издание. – СПб: Издательский дом «Питер», 2007. – 544 с.
36. Деви́тайкин А. Г. Научная организация как элемент национальной инновационной системы. – М.: ООО «Издательство Уникум Пресс», 2005. – 284 с.
37. Котлер Ф. Основы маркетинга: Пер. с англ. – М.: «Бизнес-книга», «ИМА-Кросс. Плюс», 1995. – 702 с.
38. Санационный менеджмент реструктуризируемых предприятий: интегральное учебное пособие / Л.Н. Ивин, В.М. Куклин, В.А. Соколенко, В.Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ; под ред. Л. Н. Ивина. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. – 452 с.
39. Фадеев В. А. Синтез технологических систем механической обработки / В. А. Фадеев. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2007. – 192 с.
40. Ковалев В. В. Финансовый анализ: Управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 432 с.
41. Деви́тайкин А. Г. Научная организация как элемент национальной инновационной системы. – М.: ООО «Издательство Уникум Пресс», 2005. – 284 с.
42. Таранюк Л. М. Теоретико-методологічні засади управління вибором напрямів реінжинірингу бізнес-процесів промислових підприємств. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук. Суми, 2015.

#### References:

1. Shumpeter J. Teoriya ekonomicheskogo razvitiya. Per. s angl. Moskva. Progress, 1992. 456 s.
2. Fathutdinov R. A. Konkurentosposobnost. ekonomika, strategiya, upravlenie. Moskva. INFRA-M, 2000. 312 s.
3. Lopatnikov L. I. Kratkij ekonomiko-matematicheskij slovar. Moskva. Znanie, 1973. 165 s.
4. Glazev S. Yu. Teoriya dolgosrochnogo tehniko-ekonomicheskogo razvitiya. Moskva. VIdar, 1993. 223s.
5. Rajnert E. S. «Stavku nuzhno delat na promyshlennost.» Available at: <http://www.businessstuning.ru/pb/bt/232-erik-raynert-stavku-nuzhno-delat-na-promyshlennost.html>
6. Afanasev V. G. Aktualnye problemy nauchnogo upravleniya obshestvom. Moskva. Znanie, 1975. 64 s.
7. Dzhek Traut, El Raje. V poiskah ochevidnogo. Kak izbavitsya ot haosa v marketinge i biznes-strategii. SpB. «Piter», 2009. 272 s.
8. Igoshin N. V. Investicii. Organizaciya, upravlenie, finansirovanie. Uchebnik dlya studentov vuzov, obuchayushihhsya po specialnostyam 060000 ekonomiki i upravleniya. 3-e izd., pererab. i dop. M. YuNITI-DANA, 2005. 448 s.
9. Galchinskij A. S., Geec V. M., Kinah A. K., Seminozhenko V. P. Innovacijna strategiya ukrajinskih reform. Kiyiv. Znaniya Ukraini, 2002. 336 s.
10. Mot Zh. Statisticheskije predvideniya i resheniya na predpriyatii. Moskva. Progress, 1966. 302 s.

11. Mekhovych S. A. Ekonomichni problemi gnuchkih virobnichih sistem. monografiya. Harkiv. NTU "HPI", 2007. 232 s.
12. Pahomov Yu. Ukraina i vyzovy globalizacii. Available at: <http://www.day.kiev.ua/82520/>.
13. Valreven K. D. Upravlenie riskami kommercheskogo banka. ucheb. posobie / pod red. M. E. Vord. Institut ekonomicheskogo razvitiya Mirovogo banka. Vashington, 1993. 315 s.
14. Kutejnikov A. A. Tehnologicheskie novovvedeniya v ekonomike SShA. M. Nauka, 1990. 196 s.
15. Dojl Piter, Shtern Fil. Marketing menedzhment i strategii, 4-e izdanie. SpB. Izdatelskij dom «Piter», 2007. 544 s.
16. Ivashkevich V. B. Buhgalterskij upravlencheskij uchet. uchebnik dlya vuzov. M. Ekonomist, 2006. 618 s.
17. Ivlev V. A., Popova T. B. ABIS. Informacionnye sistemy na osnove dejstvij. M. Izd-vo «IS-Publishing», 2005. 245s.
18. Ivin L. N., Kuklin V. M. Informacionnaya ekonomika. Harkov. izd-vo Krossrout, 2005. 436 s.
19. Ivin L. N., Kuklin V. M., Tovazhnyanskij L. L. Krizisnyj menedzhment. Monografiya. H. NTU «HPI», 2008. 563 s.
20. Ivin L. N. Prakticheskie aspekty upravleniya proizvodstvennym processom osvoeniya novyh izdelij. Obzor. Moskva. NIIMASH, 1983. 70 s.
21. Ivin L. N. Upravlenie proizvodstvennym processom osvoeniya novoj tehniki. Obzor. Moskva. NIIMASH, 1982. 67 s.
22. Igoshin N. V. Investicii. Organizaciya, upravlenie, finansirovanie. Uchebnik dlya studentov vuzov, obuchayushihsia po specialnostyam 060000 ekonomiki i upravleniya. 3-e izd., pererab. i dop. M. YuNITI-DANA, 2005. 448 s.
23. Ilin V. V. Filosofiya. Ucheb. dlya vuzov. M. Akademicheskij proekt, 1999. 592 s.
24. Ivin L. N., Kuklin V. M., i dr. Innovacionnaya ekonomika. Harkov. NTU «HPI», 2009. 588 s.
25. Drobozina L. A., Konstantinova Yu. N., Okuneva L. P. i dr. Obshaya teoriya finansov. Uchebnik. M. Banki i birzhi, YuNITI, 1995. 256s.
26. Kantorovich L. V., Gorstko A. B. Matematicheskaya optimizaciya planirovaniya v ekonomike. Moskva. Znanie, 1968. 95 s.
27. Ilenkova S. D., Goh-berg J. I. M, Yagudin S. Yu. i dr. Innovacionnyj menedzhment. Uchebnik dlya vuzov. 2-e izd., pererab. i dop. M. YuNITI-DANA, 2003. 343 s.
28. Innovacionnyj menedzhment. Uchebnik dlya vuzov / Pod red. V.Ya. Gor-finkelya, V.A. Shvandara. M. YuNITI-DANA, 2002. 416 s.
29. Innovacionnyj process v stranah razvitogo kapitalizma (metody, formy, mehanizmy) / [pod red. I.E. Rudakovej]. Moskva. MGU, 1991. 143 s.
30. Karloff B. Delovaya strategiya. M. Ekonomika, 1991. 139 s.
31. Dzhek Traut, El Raje. V poiskah ochevidnogo. Kak izbavitsya ot haosa v marketinge i biznes-strategii. SpB. «Piter», 2009. 272 s.
32. Kovalev V. V. Vvedenie v finansovyj menedzhment. M. Finansy i statistika, 2001. 768 p.
33. Geyec V. M., Seminozhenko V. P. Innovacijni perspektivi Ukrayini. Harkiv. Konstanta, 272 s.
34. Dihtl E., Hyorshgen X. Prakticheskij marketing. Ucheb. Posobie / Per. s nem. A.M.Makarova; Pod red. I.S. Minko. M. Vyssh. shk. INFRA-M, 1996. 255 p.
35. Dojl Piter, Shtern Fil. Marketing menedzhment i strategii. 4-e izdanie. SpB. Izdatelskij dom «Piter», 2007. 544 s.
36. Devitajkin A. G. Nauchnaya organizaciya kak element nacionalnoj innovacionnoj sistemy. M. OOO «Izdatelstvo Unikum Press», 2005. 284 s.
37. Kotler F. Osnovy marketinga. Per. s angl. M. «Biznes-kniga», «IMA-Kross. Plyus», 1995. 702 s.
38. Ivin L. N., Kuklin V. M., Sokolenko V. A., Tovazhnyanskij V. L. Sanacionnyj menedzhment restrukturiziruemyh predpriyatij. integralnoe uchebnoe posobie. Harkov. NTU «HPI», 2006. 452 s.
39. Fadeev V. A. Sintez tehnologicheskikh sistem mehanicheskoy obrabotki. Harkov. NTU "HPI", 2007. 192 s.
40. Kovalev V. V. Finansovyj analiz. Upravlenie kapitalom. Vybor investicij. Analiz otchetnosti. M. Finansy i statistika, 1996. 432 s.
41. Devitajkin A. G. Nauchnaya organizaciya kak element nacionalnoj innovacionnoj sistemy. M. OOO «Izdatelstvo Unikum Press», 2005. 284 s.
42. Taranyuk L. M. Teoretiko-metodologichni zasadi upravlinnya viborom napryamiv reinzhiniringu biznes-procesiv promislovih pidpriyemstv. Disertaciya na zdobuttya naukovogo stupenya doktora ekonomichnih nauk. Sumi, 2015.

Надійшла до редакції 17.05.2022р.

Лук'янова Катерина Сергіївна, Магістрант кафедри ливарного виробництва. Тел: 0660516104, E-mail: boldyrevaekaterina020@gmail.com

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002.

## СУЧАСНІ НАПРЯМИ ТЕОРЕТИЧНИХ РОЗРОБОК ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА

**Анотація.** У статті доведено, що важливими здобутками теоретичних розробок щодо використання сплавів на основі заліза є наукові праці вітчизняних дослідників. Так, у дисертаційному дослідженні Карпець М.В. вперше систематично досліджено фазовий склад, мікроструктуру та фізико-механічні властивості сплавів системи Cr-Ni-Co-Fe-Cu-Al в концентраційному інтервалі (0-3 моль) вмісту хімічних елементів. Встановлено, що в дослідженій системі внаслідок високої ентропії змішування утворюються лише прості тверді розчини заміщення на основі ГЦК та ОЦК структур, які характеризуються високим комплексом фізико-механічних властивостей, не притаманних жодному із складових компонентів. Обґрунтовано, що основним фактором фазоутворення у високоентропійних сплавах є величина середньої електронної концентрації сплаву. Інтервал значень середньої електронної концентрації, в якому існують ОЦК чи ГЦК структури, залежить від швидкості кристалізації розплаву та наявності в сплаві елементів, схильних до ліквідації. Встановлено елементи-стабілізатори твердих розчинів на основі фаз з ОЦК (Al, Cr) та ГЦК (Cu, Ni, Co) структурами. Суттєвим науковим досягненням слід вважати вперше розроблений високоентропійний сплав CrMnFeCoNi<sub>2</sub>Cu на основі твердого розчину зі структурою ГЦК фази, здатний деформуватись прокаткою при кімнатній температурі на 98 % без появи тріщин або надривів. Досліджено його фазовий склад, мікроструктуру та фізико-механічні властивості на усіх етапах деформування. Показано, що в Україні вперше при холодній прокатці у високоентропійному сплаві CrMnFeCoNi<sub>2</sub>Cu, подібно до чистих металів та сплавів з ГЦК-структурою, виникає текстура прокатки з основною компонентою. В статті наведено приклади інших теоретичних розробок щодо використання сплавів на основі заліза.

**Ключові слова:** сплави, залізо, властивості, кристалізація, концентрація, мікроструктура, фізико-механічні властивості.

Lukianova Kateryna Serhiivna, Master's student of the Department of Foundry Production, Phone: 0660516104, E-mail: boldyrevaekaterina020@gmail.com

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", str. Kirpychova, 2, Kharkiv, Ukraine, 61002.

## CURRENT DIRECTIONS OF THEORETICAL DEVELOPMENTS REGARDING THE USE OF IRON-BASED ALLOYS

**Abstract.** The article proves that important achievements of theoretical developments regarding the use of iron-based alloys are the scientific works of domestic researchers. Thus, in the dissertation research of Karpets M.V. for the first time, the phase composition, microstructure and physico-mechanical properties of alloys of the Cr-Ni-Co-Fe-Cu-Al system in the concentration range (0-3 mol) of the content of chemical elements were systematically investigated. It was established that in the studied system, due to the high entropy of mixing, only simple solid substitution solutions based on fcc and bcc structures are formed, which are characterized by a high complex of physical and mechanical properties that are not inherent to any of the constituent components. It is substantiated that the main factor of phase formation in high-entropy alloys is the value of the average electron concentration of the alloy. The interval of values of the average electron concentration, in which bcc or fcc structures exist, depends on the rate of crystallization of the melt and the presence of elements prone to liquation in the alloy. Stabilizing elements of solid solutions based on phases with bcc (Al, Cr) and fcc (Cu, Ni, Co) structures were established. A significant scientific achievement should be considered the first developed high-entropy CrMnFeCoNi<sub>2</sub>Cu alloy based on a solid solution with an fcc phase structure, capable of being deformed by rolling at room temperature by 98% without the appearance of cracks or tears. Its phase composition, microstructure, and physical and mechanical properties at all stages of deformation were studied. It is shown that, for the first time in Ukraine, during cold rolling in the high-entropy CrMnFeCoNi<sub>2</sub>Cu alloy, similar to pure metals and alloys with an fcc structure, a rolling texture with the main component appears. The article provides examples of other theoretical developments regarding the use of iron-based alloys.

**Keywords:** alloys, iron, ductility, crystallization, concentration, microstructure, physical and mechanical properties.

Лукьянова Екатерина Сергеевна, Магистрант кафедры литейного производства, Тел: 0660516104, E-mail: boldyryevaekaterina020@gmail.com

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Курпичева, 2, Харьков, Украина, 61002.

## СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА

**Аннотация.** В статье доказано, что важными достижениями теоретических разработок использования сплавов на основе железа являются научные труды отечественных исследователей. Так, в диссертационном исследовании Карпец М.В. впервые систематически исследованы фазовый состав, микроструктура и физико-механические свойства сплавов системы Cr-Ni-Co-Fe-Cu-Al в концентрационном интервале (0-3 моль) содержания химических элементов. Установлено, что в исследованной системе в результате высокой энтропии смешения образуются только простые твердые растворы замещения на основе ГЦК и ОЦК структур, которые характеризуются высоким комплексом физико-механических свойств, не присущих ни одному из составляющих компонентов. Обосновано, что основным фактором фазообразования высокоэнтропийных сплавов является величина средней электронной концентрации сплава. Интервал значений средней электронной концентрации, где существуют ОЦК или ГЦК структуры, зависит от скорости кристаллизации расплава и наличия в сплаве элементов, склонных к ликвации. Установлены элементы стабилизаторы твердых растворов на основе фаз с ОЦК (Al, Cr) и ГЦК (Cu, Ni, Co) структурами. Существенным научным достижением следует считать впервые разработанный высокоэнтропийный сплав CrMnFeCoNi<sub>2</sub>Cu на основе твердого раствора со структурой ГЦК фазы, способный деформироваться прокаткой при комнатной температуре на 98% без появления трещин или надрывов. Исследованы его фазовый состав, микроструктура и физико-механические свойства на всех этапах деформирования. Показано, что в Украине впервые при холодной прокатке высокоэнтропийного сплава CrMnFeCoNi<sub>2</sub>Cu, подобно чистым металлам и сплавам с ГЦК-структурой, возникает текстура прокатки с основной компонентой. В статье приведены примеры других теоретических разработок использования сплавов на основе железа.

**Ключевые слова:** сплавы, железо, свойства, кристаллизация, концентрация, микроструктура, физико-механические свойства.

**Актуальність теми.** Традиційний підхід до розробки металевих сплавів полягає у виборі матеріалу основи залежно від головних вимог, які пред'являють замовники до майбутнього виробу і легувальних елементів для надання необхідних технологічних і експлуатаційних властивостей. Це обумовило створення великої кількості багатоконпонентних сплавів на основі заліза - сталі, мідні, алюмінієві, титанові та нікелові сплави. В окремих випадках в основі сплаву можуть бути два або три компоненти, наприклад латуні на основі системи Cu-Zn, чи тинідур на основі Fe-NiCr. Даний спосіб розробки матеріалів призводить до накопичення великого обсягу знань про сплави на основі одного елемента. Теорії щодо фазоутворення та формування властивостей також обмежуються сплавами на основі одного чи двох елементів. Такий дисбаланс стає більш яскраво вираженим зі збільшенням кількості компонентів, що входять до сплаву. Для п'ятикомпонентних систем і систем вищого порядку інформація про сплави, які знаходяться в центрі діаграми стану, нині відсутня. Все це призводить до зменшення кількості сплавів, які можуть використовуватися для отримання матеріалів та покриттів різного призначення. Такий стан обумовив потребу у систематизації теоретичних розробок щодо створення матеріалів різного призначення на основі багатоконпонентних систем.



**Викладення основного матеріалу.** Взаємодія різних металів один з одним у твердому стані практично не відбувається. Метали в рідкому стані здебільшого змішуються у будь-яких співвідношеннях і утворюють однорідні системи – сплави. Сплавом називається речовина, яка складається з двох або більше елементів, із яких принаймні один є металом. Властивості сплавів значно відрізняються від компонентів, які входять до їхнього складу. Наприклад, міцність на розрив латуні (сплав міді і цинку) втричі вища, ніж у міді, і в шість разів – порівняно з цинком. За властивостями сплави поділяють на жароміцні, жаростійкі, антифрикційні, зносостійкі, корозійностійкі, легкі, а також на такі, які мають особливі характеристики (теплові, електричні, магнітні та інші). Для одержання сплавів розроблено дуже багато способів. Часто використовують кристалізацію при охолодженні розплавлених компонентів, спільне електроосадження твердих часток з рідкої або газоподібної фази, дифузійне насичення одного компоненту іншим. Властивості сплавів суттєво залежать від особливостей їх структури і характеристик компонентів, хімічної взаємодії між ними та розчинності.

Сплави заліза – це сплави двох і більше металів, вміст заліза в яких перевищує сумарний вміст інших металів. Відрізняються від сталей і чавунів тим, що у їх складі практично відсутні домішки проникнення, наприклад, вуглецю та азоту. Сплави заліза почали застосовувати у 19 ст. здебільшого як матеріали функціонального призначення, тобто такі, у яких одна з їх фізико-хімічних властивостей має визначальне значення (магнітні, електротехнічні, корозійні та інші характеристики). У промисловості основним матеріалом, широко застосовуваним у машинобудуванні, а також для виготовлення різного інструменту є сталь. Сталь - це сплав заліза з вуглецем і домішками (кремній, марганець, ванадій, ніобій, тощо), в якому вуглецю не більше, ніж 2,14 %. Сталь — це міцний сплав. Завдяки різноманітним системам легування сталі можна діставати абсолютно різний комплекс властивостей нових сплавів. Вона порівняно недорога, володіє комплексом цінних механічних, фізико-хімічних та технологічних властивостей, виробляється в великих кількостях. Якість сталей визначається вмістом шкідливих домішок (сірки, фосфору, неметалевих твердих включень, газів). Чим чистіше сталь, тим вище її якість. Для очищення сталі використовуються такі методи: обробка синтетичним шлаком, вакуумна дегазація, електрошлаковий переплав, вакуумно-дугового переплав, плавка в електронно-променевих печах, плавка в плазмодугових печах [1].

Окремі типові сплави на основі заліза інколи називають сталями, незважаючи на незначний вміст вуглецю в їх складі (мартенситостаріючі сталі, нержавіючі сталі аустеніт. класу, які є сплавами з хромом і нікелем, сталі, що термозміцнюються шляхом неповного зворотного перетворення, та інші сплави з нікелем). Це пояснюється тим, що вони можуть змінювати під час термооброблення свої механічні характеристики та використовуватися як конструкційні матеріали, тоді як більшість функціональних сплавів

переважно вирізняються однорідним фазовим і хімічним складом, а їх термооброблення відбувається лише для покращення функціональних властивостей металу.

Перша якість, з якою в нас асоціюється метал, це міцність. Міцність визначається декількома властивостями, з огляду на які саме сталь та її сплави відносять до найміцніших металів. Міцність-здатність матеріалу витримувати зовнішні навантаження та не руйнуватися. Коли оцінюють міцність металу, враховують багато параметрів та якостей: наскільки добре метал чинить опір розриву, як він протидіє звуженню, який поріг переходу від пружного до пластичного стану, коли деформація матеріалу стає безповоротною, який опір поширенню тріщин має матеріал тощо. Міцні сплави та природні метали отримують завдяки комбінуванню різних металів. Потреба у різноманітних якісних характеристиках металів, серед яких і міцність, призвела до появи різних сплавів. Одним із важливих у цьому сенсі сплавів є сталь — комбінація заліза та вуглецю.

Оскільки визначення міцності металу потребує врахування багатьох чинників, важко однозначним чином впорядкувати метали від «найміцнішого» до «найслабшого». Розподіл металів за міцністю буде залежати від того, яка властивість найбільш важлива в кожному конкретному випадку. Надамо характеристику сталі та її сплавам.

До високовуглецевої сталі відносять сплав заліза з високим вмістом вуглецю. Така сталь виходить міцною, порівняно дешевою, довговічною та добре піддається обробці. З недоліків варто зазначити низьку прогартовуваність та низьку теплостійкість, що робить вуглецеву сталь уразливою в агресивному середовищі.

*Сфера застосування* вуглецевої сталі - виготовлення різних інструментів, деталей машин та складних механізмів, елементи металоконструкцій. Важливою умовою застосування таких виробів є неагресивне середовище.

Сплав сталі, заліза та нікелю — один із найміцніших сплавів. Є декілька його різновидів, але загалом легування вуглецевої сталі нікелем збільшує межу плинності до 1420 МПа, водночас показник межі міцності на розрив доходить до 1460 МПа. Сплави на нікелевій основі використовують у конструкціях деяких типів потужних атомних реакторів у якості високотемпературних оболонок для захисту уранових стрижнів від корозії.

Нержавіюча сталь — корозієстійкий сплав сталі, хрому та марганцю з межею плинності до 1560 МПа та межею міцності на розрив до 1600 МПа. Як і всі різновиди сталі, цей сплав має високу ударостійкість та середній бал за шкалою Мооса. Завдяки її антикорозійним властивостям нержавіючу сталь широко застосовують у різноманітних галузях — нафтохімічній промисловості, машинобудуванні, будівництві, електроенергетиці, харчовій промисловості та виготовленні побутових приладів, суднобудуванні.

Особливо тверді сплави на основі карбідів вольфраму, титану, танталу можна визнати як найміцніші. Титан — це найбільш розтиражований у засобах масової інформації та кінематографі природний метал, який прийнято асоціювати із суперміцністю. Його питома міцність майже вдвічі вища за аналогічну характеристику легованих сталей. Він має найвище відношення міцності на розрив до щільності з усіх металів. За цим показником він обійшов вольфрам. Титан йому поступається тільки за шкалою твердості Мооса. Титанові сплави міцні та легкі. Титан та його сплави часто використовуються в аерокосмічній промисловості. З нього роблять елементи обшивки космічних кораблів, паливні баки, деталі реактивних двигунів. Активно використовують титан й у морському суднобудуванні, будівництві трубопроводів для агресивних середовищ та в якості конструкційного матеріалу.

Вольфрам із його найвищою серед усіх природних металів міцністю на подовження нерідко комбінують зі сталлю та іншими металами для створення ще міцніших сплавів. До недоліків вольфраму можна віднести його крихкість та здатність до руйнування в разі удару. Вольфрам застосовують у металургії для виробництва легованих сталей та різних сплавів, в електротехнічній індустрії для виготовлення елементів освітлювальних приладів, у машино- та авіабудуванні, у космічній галузі та хімічній промисловості. Сплав вольфраму та вуглецю (карбід вольфраму) використовують для виробництва інструментів із різальними краями, зокрема ножів та дискових пилок, а також зносостійких робочих елементів гірничошахтного устаткування та прокатних валків.

Тантал має відразу три переваги — міцність, щільність та стійкість до корозії. Він належить до групи тугоплавких металів, як і вольфрам.

Тантал використовують у виробництві електроніки та надпотужних конденсаторів для персональних комп'ютерів, смартфонів, камер та електронних пристроїв в автомобілях.

Є низка інноваційних сплавів, які з'явилися зовсім нещодавно, проте вже встигли дістати визнання завдяки своїм надзвичайним властивостям та активно використовуються в аерокосмічній сфері та медицині.



Алюмінід титану — сплав титану та алюмінію, який витримує високі температури та має антикорозійні властивості, але водночас досить крихкий та недостатньо пластичний. Проте, він знайшов своє застосування у виробництві спеціальних захисних покриттів.

Сплав титану із золотом — ще один унікальний матеріал, який було розроблено декілька років тому групою вчених з університетів США. Основне завдання, що вирішували вчені, полягало у створенні матеріалу, міцнішого за титан, який можна було б застосовувати в медичній галузі для виробництва протезів, сумісних із біотканиною. Справа в тому, що титанові протези, незважаючи на їхню міцність, зношуються порівняно швидко та потребують заміни кожні 10 років. А ось сплав титану із золотом виявився вчетверо міцнішим за ті сплави, що зараз використовуються у виробництві протезів [2].

Створення та широке застосування функціональних сплавів заліза у якості магнітнотвердих, магнітнотвердих матеріалів, а також магнітнострикційних, термомагнітних сплавів, матеріалів для запису інформації обумовлене розвитком електро- та радіотехніки. Магнітнотверді сплави на основі заліза, до яких відносять і чисте залізо, сплави з нікелем та ін. металами, використовують як високопроникні матеріали (пермалой, супермендюр та ін.) під час генерування електрики, в електродвигунах, електротрансформаторах, які працюють при мін. показниках коерцитивної сили для зменшення втрат на вихрові струми, низькій магнітнострикції. Магнітнотверді сплави заліза слугують для виготовлення постійних магнітів (низька магнітна проникність, висока коерцитивна сила, великі гістерезисні втрати). Їх створюють шляхом легування заліза хромом, вольфрамом, кобальтом, алюмінієм, нікелем, титаном, міддю з подальшим термообробленням. Вироби зі складнолегованих магнітнотвердих сплавів заліза отримують здебільшого литтям, оскільки формозмінення їх засобами мех. оброблення ускладнене високими твердістю та крихкістю. Сплави заліза використовують для виготовлення магнітних матеріалів спеціального призначення (магнітнострикційні і термомагнітні матеріали, матеріали з прямою петлею гістерезису для техніки надвисоких частот).

Теоретичні основи для створення магнітних сплавів заліза та ін. магнітних матеріалів в Україні закладено дослідженням всесвітньо визнаних наукових шкіл акад. НАНУ О. Ахієзера та В. Бар'яхтара. Вони спільно з ученими С. Вонсовський, К. Белов та інші обумовили сучасний рівень у галузі теорії та практичного використання явища магнетизму. Широке застосування отримали залізні сплави також у технологіях створення функціональних матеріалів методом порошкової металургії, зокрема залізомісних спечених порошкових матеріалів з заданим розподілом міді чи інших вкраплень необхідного розміру з малорозчинних часток у залізі. Методом порошкової металургії можливе створення заданої

макроструктурної неоднорідності хімічного складу у виробках чи напівфабрикатах під час конструювання залізних сплавів з градієнтними властивостями по перерізу виробів, що суттєво впливає на їх службові характеристики. Обсяг промислового виготовлення виробів широкого призначення зі залізних сплавів методом порошкової металургії складає понад 80 % від загального виробництва. Вагомий внесок у розвиток цього напрямку зробили акад. НАНУ А. Косторнов, В. Скороход, І. Федорченко та інші дослідники [3].

Певний вклад у дослідження властивостей сталі внесли закордонні дослідники. Нгуьогіу Нукуфорчун [4] та інші робили оцінку експлуатаційної деградації трубопровідної сталі. Як механічні, так і електрохімічні властивості сталі погіршуються після експлуатації, як і їх стійкість до розтріскування, викликаного навколишнім середовищем. Найбільш інтенсивно знижуються характеристики опору крихкому руйнуванню та корозійного розтріскування під напругою, що пов'язано з розвитком об'ємних розсіяних мікропошкоджень матеріалу. Найбільш чутливими показниками зміни стану матеріалу внаслідок деградації є ударна в'язкість і в'язкість руйнування за методом J-інтеграла. Звернуто увагу на наводнювання стінки труби зсередини в результаті електрохімічної взаємодії металу труби з конденсованою вологою, що сприяє експлуатаційній деградації сталі внаслідок спільної дії робочих напружень і водню. Розвиток мікропошкоджень уздовж текстури сталі було підтверджено металографічно як тенденція до вибіркового травлення меж між суміжними смугами фериту та перліту та фрактографічно шляхом виявлення елементів крихкого руйнування на поверхнях зламу, а саме розшарування та сколу, що вказує на місця ослаблення когезії між феритові та перлітні смуги.

Niwa Mohammad Qadr1, Ari Maghdid Hamad [5] розглядали механічні властивості феритних мартенситових сталей для ядерних програм. Залежно від умов експлуатації, використання високотемпературних феритних та мартенситних матеріалів, такі як сталь P91 і P92, віддають перевагу в деяких конструкціях для використання з позаядерної та внутрішньоядерної програми. Більш сучасні, феритні та мартенситні сталі (вміст хрому 9-12% Cr) тепер використовуються в Generation. Однак у деяких частинах реактора, які працюють на нижчі температури (трубопроводи, посудини під тиском, тощо) використовуються низьколеговані сталі. Було помічено, що сталь з меншим вмістом хрому, ніж 9-12%, ймовірно, може бути використана в цих програмах, заперечення використання сталей, таких як A533B.

R. Aparicio-Fernández H. Springer [6] систематично вивчають морфологію, розмір і дисперсію частинок TiB<sub>2</sub>, утворених на місці з розплавів на основі Fe–Ti–B, а також їхній хімічний склад, кристалічну структуру та механічні властивості. Вплив додавання 5 мас.% Cr, Ni, Co, Mo, W, Mn, Al, Si, V, Ta, Nb і Zr, відповідно, а також додаткові процедури відпалу були досліджені з метою отримання рекомендацій щодо базованих на

знаннях сплавів сталей з підвищеним співвідношенням жорсткості/щільності і достатньо високою пластичністю. Було виявлено, що всі легуючі елементи збільшують розмір грубих первинних частинок TiB<sub>2</sub>, тоді як Co забезпечує найбільш однорідний розподіл розмірів. Розмір евтектичних компонентів TiB<sub>2</sub> був зменшений усіма легуючими добавками, крім Ni, в той час як їх аспектне співвідношення мало вплинуло. Таким чином, додавання Co та Cr є найкращою відправною точкою для розробки нових високомодульних композиційних сталей з металевою матрицею *in situ*, тоді як використання Mn у поєднанні з термомеханічною обробкою найбільше підходить для адаптації мікроструктури матриці та оптимізації частинок/матриці процеси спільної деформації.

Jun-xia Huang, Xiao-ning Ye, Zhou Xu [7] дослідили зміну мікроструктури та механічних властивостей метастабільних аустенітних нержавіючих сталей AISI 301LN під час холодної прокатки. Холодне зменшення товщини в широкому діапазоні (10% — 80%) проводили в чотиривалковому стані при температурі навколишнього середовища. Рентген і Feritscope MP30 були використані для ідентифікації спричиненої деформацією  $\alpha'$ -мартенситної фази та її об'ємної частки відповідно. Мікроструктуру спостерігали за допомогою оптичної мікрофотографії, а механічні властивості визначали за допомогою випробувань на розтяг і мікротвердість. Результати показали, що індукований деформацією  $\alpha'$ -мартенсит зароджувався на перетинах смуг зсуву, а ріст  $\alpha'$ -мартенситу відбувався шляхом повторного зародження нових ембріонів. Об'ємна частка  $\alpha'$ -мартенситу, спричиненого деформацією, зростала зі збільшенням скорочення холодної прокатки. Крім того, відсоток збільшення міцності на розрив такий же, як і твердості.

Вагомий внесок у розробку теорії щодо використання сплавів на основі заліза внесли вітчизняні дослідники Акімов О. В., Борисова А. Л., В. Ф. Горбань, А. І. Дегула, М. В. Карпець, О. М. Крапівка, О. С. Макаренко, С. В. Марченко, М. В. Мисливченко, В. А. Назаренко, А. В. Самелюк, Рудь О. Д. та інші [7-11]. Так, у дисертаційному дослідженні М. В. Мисливченко вперше систематично досліджено фазовий склад, мікроструктуру та фізико-механічні властивості сплавів системи Cr-Ni-Co-Fe-Cu-Al в концентраційному інтервалі (0-3 моль) вмісту хімічних елементів [12]. Встановлено, що в дослідженій системі внаслідок високої ентропії змішування утворюються лише прості тверді розчини заміщення на основі ГЦК та ОЦК структур, які характеризуються високим комплексом фізико-механічних властивостей, не притаманних жодному із складових компонентів.

Обґрунтовано, що основним фактором фазоутворення у високоентропійних сплавах є величина середньої електронної концентрації сплаву. Інтервал значень середньої електронної концентрації, в якому існують ОЦК чи ГЦК структури, залежить від швидкості кристалізації

розплаву та наявності в сплаві елементів, схильних до ліквідації. Встановлено елементи-стабілізатори твердих розчинів на основі фаз з ОЦК (Al, Cr) та ГЦК (Cu, Ni, Co) структурами.

Суттєвим науковим досягненням слід вважати вперше розроблений високоентропійний сплав CrMnFeCoNi<sub>2</sub>Cu на основі твердого розчину зі структурою ГЦК фази, здатний деформуватись прокаткою при кімнатній температурі на 98 % без появи тріщин або надривів. Досліджено його фазовий склад, мікроструктуру та фізико-механічні властивості на усіх етапах деформування.

В науковій роботі М.В.Мисливченко показано, що в Україні вперше при холодній прокатці у високоентропійному сплаві CrMnFeCoNi<sub>2</sub>Cu, подібно до чистих металів та сплавів з ГЦК-структурою, виникає текстура прокатки з основною компонентою.

При визначенні термічної стабільності структури, фазового складу та фізико-механічних властивостей сплаву CrMnFeCoNi<sub>2</sub>Cu встановлено, що рівень мікротвердості сплаву деформованого на 98 % зберігається до температури відпалу 1273 К (0,84 Тплавл), а наноструктурний стан до 1073 К (0,7 Тплавл).

Вперше науково обґрунтовано, що відпал сплаву CrMnFeCoNi<sub>2</sub>Cu деформованого на 98 %, до 1273 К сприяє гомогенізації і утворенню однофазного твердого розчину на основі фази з ГЦК-структурою. При відпалі вище 1273 К відбувається виділення ГЦК<sub>2</sub> фазової складової по межах зерен.

Вперше також розроблено систему високоентропійних сплавів (ВЕСів) CrMnFeCoNi<sub>x</sub>V, стійких в умовах абразивного зношування. Встановлено коефіцієнт відносної зносостійкості сплавів VCrMnFeCoNi<sub>2</sub>, VCrMnFeCoNi<sub>1,5</sub>, VCrMnFeCoNi при терті по нежорстко закріпленим абразивним частинкам. Показано, що сплав VCrMnFeCoNi, в складі якого міститься найбільша кількість □-фази по значенню коефіцієнта зносостійкості не поступається зносостійкому покриттю, наплавленому штучним електродом Т590.

Теорії щодо фазоутворення та формування властивостей також обмежуються сплавами на основі одного чи двох елементів. Такий дисбаланс стає більш яскраво вираженим зі збільшенням кількості компонентів, що входять до сплаву. Для п'ятикомпонентних систем і систем вищого порядку інформація про сплави, які знаходяться в центрі діаграми стану, нині відсутня. Все це призводить до зменшення кількості сплавів, які можуть використовуватися для отримання матеріалів та покриттів різного призначення. Успішною спробою розробити нові багатокомпонентні матеріали є створення високоентропійних сплавів (ВЕСів), які є комбінацією декількох елементів, переважно не менш як п'яти, змішаних у приблизно рівних атомних пропорціях. В цьому випадку ентропія змішування елементів розплаву набуває максимального значення і її

вклад перевищує ентальпію утворення певних дво- та трьохкомпонентних інтерметалічних фаз, що є основною причиною відмінності фазоутворення та формування властивостей між ВЕСами і традиційними сплавами. Як наслідок, у багатьох випадках при кристалізації ВЕСів утворюються лише прості тверді розчини заміщення на основі ГЦК та ОЦК ґраток. Підвищений інтерес багатьох вчених до ВЕСів як нових матеріалів, що можуть знайти практичне застосування, зумовлений властивостями, які вони демонструють. У першу чергу це їхня висока міцність в литому, відпаленому та деформованому станах у широкому інтервалі температур. Вона досягається внаслідок значного спотворення кристалічної ґратки (твердорозчинного зміцнення), що обумовлене наявністю в ній атомів різнорідних металів. Разом з тим можливе додаткове зміцнення в результаті формування наноструктур або структур, зумовлених спінодальним розпадом. Крім високої міцності ВЕСи характеризуються високою твердістю в литому і відпаленому станах. Для цього класу сплавів характерні термостабільність структури, властивостей, та висока зносостійкість. Однією з корисних властивостей ВЕСів є можливість впливу на їх фазовий склад та структуру за допомогою зміни значення середньої електронної концентрації сплаву:  $i N_i$  і  $VEC \sum c_i \cdot z_i = 1$ , де  $c_i < 1$  - концентрація елемента в ат. %,  $n$  – число компонентів у сплаві,  $N_i$  – кількість електронів на зовнішніх орбіталях атома  $i$ -го елемента ( $s+d$  орбіталі для  $d$ -елементів та  $s+p$  для  $p$ -елементів). Це дає змогу регулювати показники фізико-механічних властивостей сплаву, без використання складних режимів термічної обробки. Однак, на даний момент, літературні дані про вплив концентрації хімічних елементів у ВЕСах на утворення заданих структур мають обмежений характер.

**Висновки.** Вивчення змін структури нового класу сплавів, а також встановлення зв'язків між хімічним і фазовим складом, структурою та фізико-механічними властивостями є визначеними завданнями металознавства та термічної обробки металів як галузі науки. Зазначені в роботі та інші дослідження відкривають можливість істотної модифікації структурного та фазового стану високоентропійних сплавів, які становлять значний інтерес для машинобудування.

#### Список використаної літератури:

- 1.URL: <https://metinvestholding.com/ua/media/news/samie-prochnie-metalli-na-zemle>.
- 2.Федорченко И. М., Андриевский Р. А. Порошковая металлургия. К., 1963.
- 3.Ахизер А. И., Барьяхтар В. Г., Пелетминский С. В. Спиновые волны. Москва, 1967.
- 4.Kittel J., Frost B., Mustelier J., Bagley K., Crittenden G., and Van Dievoet J. History of fast reactor fuel development // Journal of nuclear materials. – 1993. – vol. 204. – pp. 1-13.
- 5.Klueh R., and Harries D. High Chromium Ferritic and Martensitic Steels for Nuclear Applications. West Conshohocken, PA : ASTM International. 2001, p. 221.



6.Томас С., Марсель А. Дж. С. Контрольоване розчинення колосальних кількостей азоту в нержавіючій сталі // Металургійні та матеріальні угоди. – 2006. – 37А. – р. 675.

7.Conn R., Bloom E., Davis J., Gold R., Little R., Schultz K., Smith D., and Wiffen F. Panel report on low activation materials for fusion applications // Journal of Nuclear Materials. – 1983. – vol. 122. – pp. 17–26.

8.Карпець М. В. Властивості багатокомпонентного високоентропійного сплаву AlCrFeCoNi легованного міддю / М. В. Карпець, О. М. Мисливченко, О. С. Макаренко, О. М. Крапівка, В. Ф. Горбань, А. В. Самелюк // Проблеми тертя та зношування. – 2014. – №2. – С. 103–111.

9.Карпець М. В. Вплив пластичної деформації на фазовий склад, текстуру та механічні властивості високоентропійного сплаву CrMnFeCoNi<sub>2</sub>Cu / М. В. Карпець, О. М. Мисливченко, М. О. Крапівка, В. Ф. Горбань, О. С. Макаренко, В. А. Назаренко // Надтверді матеріали. – 2015. – №1. – С. 30–36.

10.Карпець М. В. Влияние содержания Ni на износостойкость литого высокоэнтропийного сплава VCrMnFeCoNi<sub>x</sub> / М. В. Карпец, В. Ф. Горбань, А. Н. Мысливченко, С. В. Марченко, Н. А. Крапивка // Современная электротехнология. – 2015. – №1. – С. 56–60.

11.Карпець М. В. Вплив нікелю на структуру та фазовий склад високоентропійного сплаву VCrMnFeCoNi<sub>x</sub> / М. В. Карпець, О. М. Мисливченко, О. С. Макаренко, В. Ф. Горбань, М. О. Крапівка, А. І. Дегула // Надтверді матеріали. – 2015. – №3. – С. 52–60.

12.Карпець М. В. Механічні властивості та особливості формування фаз в високоентропійних сплавах системи CrFeNiCuCoAl<sub>x</sub> / М. В. Карпец, О. М. Мисливченко, О. С. Макаренко, В. Ф. Горбань, М. О. Крапівка // Порошкова металургія. – 2015. – №5/6. – С. 116–126.

13.Мисливченко О. М. Особливості структуроутворення та властивості високоентропійних сплавів системи. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Київ, 2016.

#### References:

- 1.Available at: <https://metinvestholding.com/ua/media/news/samie-prochnie-metalli-na-zemle>.
- 2.Fedorchenko I. M., Andrievskij R. A. Poroshkovaya metallurgiya. K., 1963.
- 3.Ahiezher A. I., Baryahhtar V. G., Peletminskij S. V. Spinovye volny. Moskva, 1967.
- 4.Kittel J., Frost B., Mustelier J., Bagley K., Crittenden G., and Van Dievoet J. History of fast reactor fuel developmen. Journal of nuclear materials. 1993. vol. 204. pp. 1-13.
- 5.Klueh R., and Harries D. High Chromium Ferritic and Martensitic Steels for Nuclear Applications. West Conshohocken, PA. ASTM International. 2001. p. 221.
- 6.Tomas S., Marsel A. Dzh. S. Kontrolovane rozchinennya kolosalnih kilkostej azotu v nerzhaviyuchij stali. Metalurgijni ta materialni ugodi. 2006. 37A. 675.
- 7.Conn R., Bloom E., Davis J., Gold R., Little R., Schultz K., Smith D., and Wiffen F. Panel report on low activation materials for fusion applications, Journal of Nuclear Materials. 1983. vol. 122. pp. 17–26.
- 8.Karpec M. V., Mislivchenko O. M., Makarenko O. S., Krapivka O. M., Gorban V. F., Samelyuk A. V. Vlastivosti bagatokomponentnogo visokoentropijnogo splavu AlCrFeCoNi legovannogo middyu. Problemi tertya ta znoshuvannya. 2014. №2. P. 103–111.
- 9.Karpec M. V., Mislivchenko O. M., Krapivka M. O., Gorban V. F., Makarenko O. S., Nazarenko V. A. Vpliv plastichnoyi deformaciyi na fazovij sklad, teksturu ta mehanichni vlastivosti visokoentropijnogo splavu CrMnFeCoNi<sub>2</sub>Cu. Nadtverdi materiali. 2015. №1. P. 30–36.
- 10.Karpec M. V., Gorban V. F., Myslivchenko A. N., Marchenko S. V., Krapivka N. A. Vliyanie sodержaniya Ni na iznosostojkost litogo vysokoentropijnogo splava VCrMnFeCoNi<sub>x</sub>. Sovremennaya elektrometallurgiya. 2015. №1. P. 56–60.
- 11.Karpec M. V., Mislivchenko O. M., Makarenko O. S., Gorban V. F., Krapivka M. O., Degula A. I. Vpliv nikelyu na strukturu ta fazovij sklad visokoentropijnogo splavu VCrMnFeCoNi<sub>x</sub>. Nadtverdi materiali. 2015. №3. P. 52–60.
- 12.Karpec M. V., Mislivchenko O. M., Makarenko O. S., Gorban V. F., Krapivka M. O. Mehanichni vlastivosti ta osoblivosti formuvannya faz v visokoentropijnih splavah sistemi CrFeNiCuCoAl<sub>x</sub>. Poroshkova metallurgiya. 2015. №5/6. P. 116–126.
- 13.Mislivchenko O. M. Osoblivosti strukturoutvorenniya ta vlastivosti visokoentropijnih splaviv sistmi. Disertaciya na zdobuttya naukovogo stupenya kandidata tehnicnih nauk. Kiyiv, 2016.

Надійшла до редакції 10.05.2022р.

Моїсєєв Віктор Федорович, к.т.н, професор, тел. +38(067)6958514, vmoiseev1209@gmail.com

Манойло Юрій Олександрович, к.т.н, доцент, тел. +38(098)2386486, fassto@gmail.com

М'яло Максим Анатолійович, магістрант, +38(095)8093672, ivijaskas@gmail.com

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ МАКАРОННОГО ВИРОБНИЦТВА НА ОСНОВІ КОНЦЕПЦІЇ ОЩАДЛИВОГО ВИРОБНИЦТВА І ВИКОРИСТАННЯ SCADA ТЕХНОЛОГІЙ

**Анотація.** У статті представлені результати аналізу бізнес-процесів макаронного виробництва. Відповідно до концепції ощадливого виробництва виявлені види втрат при виробництві макаронних виробів. Серед причин виникнення втрат відзначаються висока частка нерегламентованих перерв, випадки незавершеного виробництва в змїну, наявність простоїв у зв'язку з відмовами технологічного обладнання, трудомісткість ручних операцій. Беручи до уваги високу значущість оптимізації виробничих бізнес-процесів, зроблений акцент на доцільності застосування інструментів ощадливого виробництва для усунення втрат. Для розробки автоматичної системи управління технологічним процесом використовувалася стандартна SCADA система – TRACE MODE з попередньо розробленими функціональними схемами переробки зерна в борошно в системі Ramus з використанням CASE-технологій. Наведено опис розробленої автоматичної системи управління технологічним процесом знезараження борошна з використанням енергії електромагнітних випромінювань надвисокої частоти. Запропонована автоматична система управління технологічним процесом з використанням знезараження дозволить прискорити, а відповідно здешевити процес виробництва продукції. На підставі проведених досліджень технології виробництва макаронних виробів обрана раціональна конструкція прес-гранулятора з круговою матрицею; запропоновано перспективний спосіб сушіння - з інфрачервоним енергопідведенням, що забезпечує отримання кінцевого продукту з високими якісними характеристиками, зниження енерговитрат і скорочення тривалості процесу сушіння. Застосування безіонних нагрівальних елементів знизить рівень шуму на підприємстві. Модернізація технологічного обладнання дозволить забезпечити: можливість виробництва макаронних виробів більш високої якості; ущільнення структури напівфабрикату і зменшення його ламкості, при одночасному підвищенні межі міцності готових виробів на 20-25 %; поліпшення споживчих властивостей, а також санітарно-гігієнічних показників макаронної продукції за рахунок її пастеризації; зниження вологопоглинання і втрат поживної цінності при зберіганні.

**Ключові слова:** автоматична система управління технологічним процесом, борошно, знезараження, електромагнітне поле надвисокої частоти, бізнес-процеси; аналіз; втрати; інструменти ощадливого виробництва, макаронне тісто, технологічне обладнання, ультразвук, інфрачервоне випромінювання, сушіння

Moiseev Viktor Fedorovich, Ph.D., professor, tel. +38(067)6958514, vmoiseev1209@gmail.com

Manoilov Yuriy Oleksandrovich, Ph.D., docent, tel. +38(098)2386486, fassto@gmail.com

Myalo Maksym Anatoliyovich, master's student, +38(095)8093672, ivijaskas@gmail.com

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", str. Kirpichova, 2, Kharkiv, Ukraine, 61002.

## RESEARCH AND ANALYSIS OF BUSINESS PROCESSES OF PASTA PRODUCTION BASED ON THE CONCEPT OF LEAN PRODUCTION AND THE USE OF SCADA TECHNOLOGIES

**Abstract.** The article presents the results of the analysis of business processes of pasta production. According to the concept of lean production, types of losses during the production of pasta products were identified. Among the causes of losses are a high proportion of unregulated interruptions, cases of incomplete production in a shift, the presence of downtime due to technological equipment failures, and the laboriousness of manual operations. Taking into account the high importance of optimization of production business processes, emphasis is placed on the expediency of using lean production tools to eliminate losses. The standard SCADA system – TRACE MODE with pre-developed functional schemes for processing grain into flour in the cross-platform Ramus system using CASE technologies was used to develop an automatic process control system. The description of the developed automatic control system for the technological process of flour disinfection using the energy of ultra-high frequency electromagnetic radiation is given. The proposed automatic technological process control system using a disinfectant will speed up and, accordingly, reduce the cost of production. a promising method of drying is proposed

- with an infrared energy supply, which ensures obtaining a final product with high quality characteristics, reducing energy consumption and shortening the duration of the drying process. The use of silent heating elements will reduce the noise level at the enterprise; Modernization of technological equipment made it possible to ensure: the possibility of producing pasta products of higher quality; compaction of the structure of the semi-finished product and reduction of its fragility, while simultaneously increasing the strength limit of finished products by 20-25%; improvement of consumer properties, as well as sanitary and hygienic indicators of pasta products due to its pasteurization; decrease in moisture absorption and loss of nutritional value during storage.

**Keywords:** automatic technological process control system, disinfection, ultra-high frequency electromagnetic field, business processes; analysis; lean production tools, pasta, technological equipment, ultrasound, infrared radiation, drying

**Моисеев Виктор Федорович**, к.т.н., профессор, тел. +38(067)6958514, vmoiseev1209@gmail.com

**Манойло Юрий Александрович**, к.т.н, доцент, тел. +38(098)2386486, fassto@gmail.com

**Мяло Максим Анатольевич**, магистрант, +38(095)8093672, ivijaskas@gmail.com

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Курпичева, 2, Харьков, Украина, 61002.

## ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ МАКАРОННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ SCADA ТЕХНОЛОГИЙ

**Аннотация.** В статье представлены результаты анализа бизнес-процессов макаронного производства. Согласно концепции бережливого производства приведены виды потерь при производстве макаронных изделий. Среди причин потерь отмечаются высокая доля нерегламентированных перерывов, случаи незавершенного производства в смену, наличие простоев в связи с отказами технологического оборудования, трудоемкость ручных операций. Учитывая высокую значимость оптимизации производственных бизнес-процессов, сделан акцент на целесообразности применения инструментов бережливого производства для устранения потерь. Для разработки автоматической системы управления технологическим процессом использовалась стандартная SCADA система – TRACE MODE с предварительно разработанными функциональными схемами переработки зерна в муку в системе кроссплатформенной Ratus с использованием CASE-технологий. Представлено описание разработанной автоматической системы управления технологическим процессом обеззараживания муки с использованием энергии электромагнитных излучений сверхвысокой частоты. Предложенная автоматическая система управления технологическим процессом с использованием обеззараживателя позволит ускорить, а соответственно удешевить процесс производства продукции. На основании проведенных исследований технологии производства макаронных изделий выбрана рациональная конструкция пресс-гранулятора с круговой матрицей; предложен перспективный способ сушки - с инфракрасным энергоподводом, обеспечивающим получение конечного продукта с высокими качественными характеристиками, снижение энергозатрат и сокращение продолжительности процесса сушки. Применение бесшумных нагревательных элементов снизит уровень шума на предприятии; Модернизация технологического оборудования позволит обеспечить возможность производства макаронных изделий более высокого качества; уплотнение структуры полуфабриката и уменьшение его ломкости, при одновременном повышении предела прочности готовых изделий на 20-25%; улучшение потребительских свойств, а также санитарно-гигиенических показателей макаронной продукции за счет пастеризации; снижение влагопоглощаемости и потерь питательной ценности при хранении

**Ключевые слова:** автоматическая система управления технологическим процессом, мука, обеззараживание, электромагнитное поле сверхвысокой частоты, бизнес-процессы; анализ; потери; инструменты бережливого производства, макаронное тесто, технологическое оборудование, ультразвук, инфракрасное излучение, сушка

**Актуальність теми дослідження.** Макаронні вироби мають велике значення у культурі харчування людини, оскільки є одним з продуктів першої необхідності і користуються стійким попитом. Їх склад дуже простий, проте як ніякий інший продукт макаронні вироби поєднують у собі такі важливі характеристики: поживна цінність, засвоюваність, тривалість зберігання, безпека у використанні, різноманітність способів приготування і

економічність. Головною особливістю макаронних виробів, що вплинула на їх повсюдне поширення в усьому світі, є здатність входити в раціон і поєднуватися з кулінарними традиціями різних народів, що підтверджує унікальні якості цього продукту. Бізнес з виробництва макаронів вважається досить прибутковим, тому конкурентне середовище дуже насичене. Це обумовлено тим, що технологія виготовлення таких виробів досить проста, а термін окупності невеликий при високій рентабельності.

В історії багатьох народів можна виявити страви у вигляді шматочків прісного тіста, зварених у воді. Ось чому конкуренція на цьому ринку постійно зростає. Макаронні вироби за своєю суттю – це просто висушене прісне тісто, приготоване з борошна та води. Вони можуть бути у вигляді стрічок, трубочок, ниток, дитячих іграшок та інших незвичайних форм. Найбільш підходящою сировиною для виробництва макаронів вважається борошно твердих сортів пшениці, борошно зі склоподібної м'якої пшениці, а також борошно пшеничне вищого гатунку. Крім борошна та води для виготовлення макаронів використовують курячі яйця, яєчний порошок, молочні продукти (сухе коров'яче молоко), овочеві продукти (пасти, томатні соки, натуральні соки буряків або моркви). До того ж часто до макарон додають барвники для надання приємного кольору. Цінові трансформації на ринку молочної та курячої продукції (ціна на курячі яйця тільки за останні місяці підвищилася більше ніж у три рази) помітно вплинули на вартість сировини при виробництві макарон. У склавшихся умовах для всіх підприємств зростає актуальність поліпшення організації бізнесу, підвищується значущість використання сучасних інноваційних технологій, заснованих на принципах ощадливості і здатних зберегти конкурентні переваги на ринку. Використання інструментів ощадливого виробництва спрямовано на запобігання зайвих витрат та удосконалення системи організації виробничих процесів, спрямованої на створення всіх етапів виробництва в безперервний потік створення доданої вартості для виробників та цінності для споживачів [1]. Для цього необхідно забезпечити закупку та зберігання сировини, яка має обмежені терміни використання, виготовити продукцію з дотриманням усіх необхідних технологічних вимог, забезпечити зберігання виготовленої продукції з мінімальними втратами та витратами. Тому важливого значення набуває концепція ощадливого виробництва.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Концепція ощадливого виробництва дуже популярна на провідних підприємствах Японії, Китаю, ЄС, США. Вона викладена у працях Джеффри Лайнера, Даніела Джонсона, Майкла Вейдера, Джима Вумека, Майкла Л. Джорджа, Масаакі Імаї, О.С. Віханського, К.А. Гордєєвої та інших науковців. Теоретичним та практичним питанням теорії ощадливого виробництва приділили увагу такі дослідники, як James P. Womack, Daniel T. Jones, Daniel Roos Таїті Оно, Лисицин В. Д., Лисенко О. І., Вовк Ю. С. та інші.

Питаннями впровадження інноваційних технологій у макаронному виробництві займалися такі дослідники, як Сперкач М. О., Желдак Т. А., Панфілов, Г. М. Романчиков, В. А. Медведєв, С. А. Белов, Г. В. Осіпова, Г. А. Верболоз та інші.

Застосуванням відповідних евристичних та еволюційних методів для вирішення багатокритеріальних оптимізаційних задач займалися Dorigo M., Лагунова А. Д., Mirjalili S., Lewis A., Сагун А. В., Хайдуров В. В., Stutzle Th., Hoos Н. Н., Khan L., Ullah I., Saeed T., Filho B., Neto L., Holland J. Н., Кажаров А. А., Курейчик В. М., Karaboga D., Yang X. S., Wang G., Guo L. та інші. Більшість авторів у своїх роботах зазначає переваги і порівняльну ефективність застосування евристичних і еволюційних методів для розв'язання багатокритеріальних задач. Оpubліковані результати в цій сфері у своїй більшості носять загальний характер і не прив'язані до оптимізації процесів прийняття рішень, пов'язаних з особливостями управління об'єктами харчової промисловості. У той же час галузева проблема підвищення ефективності управління харчовими підприємствами взагалі, та підприємствами макаронної промисловості вимагає комплексного рішення, що в сукупності має включати проблемно-орієнтовані моделі, методи і алгоритми, управлінські технології і відповідне інформаційно-програмне забезпечення.

**Мета і завдання дослідження.** Метою статті є поглиблення теоретичних положень та розробка практичних рекомендацій щодо реінжинірингу бізнес-процесів макаронного виробництва відповідно до концепції ощадливого виробництва та автоматизації системи керування та системи управління технологічним процесом при виготовленні макаронних виробів.

**Викладення основного матеріалу.** У наукових публікаціях дослідники підкреслюють, що повністю уникнути втрат у виробничому і управлінському процесі не вдається навіть найуспішнішим компаніям світу. Але існує безліч прикладів, які доводять, що можна звести рівень втрат до мінімуму та забезпечити підприємствам практично безвідхідне виробництво із найменшими витратами ресурсів та часу. Однією з них є методика ощадливого виробництва. Ощадливе виробництво (англ. lean production або lean manufacturing) – це концепція, яка ґрунтується на прагненні підприємства ліквідувати всі види втрат за допомогою залучення у процес управління кожного працівника та максимальної орієнтації на споживача, що передбачає виробляти стільки продукції, скільки вимагає ринок. Концепцію ощадливого виробництва розробив Таїті Оно (Taiichi Ohno) ще у 1950-ті роки на японському підприємстві Тойота (Toyota Motor Corporation) [2]. Теорія ощадливого виробництва стала всесвітньо визнаною теорією після виходу книги Womack & Jones “The Machine That Changed The World” (“Машина, яка змінила світ”) [5]. Теорія ощадливого виробництва дає змогу на практиці покращити діяльність підприємств, оскільки останні зосереджують свої

зусилля на усуненні деяких або і всіх надмірних витрат.

Сьогодні перед макаронної промисловістю постають наступні завдання: підвищення продуктивності, розширення асортименту продукції та підвищення її біологічної цінності. Структурна перебудова макаронної промисловості призвела до того, що невеликі фабрики з кустарним обладнанням, що випускають продукцію низької якості, витісняються середніми і великими виробниками. Крім великих підприємств продовжують існувати і малі, які дотримуються старих традицій і завдяки спеціалізованій продукції займають своє, особливе становище на ринках. У зв'язку з цим дана робота спрямована на вдосконалення обладнання та бізнес-процесів середніх підприємств з виробництва макаронів. Відомо, що сучасне харчове підприємство як система складається із взаємопов'язаних підсистем, між якими існують відносини співпідпорядкованості з трьома основними ступенями якості: системою організації виробництва, технологічною системою, фізико-хімічною системою.

Будь-який технологічний потік можна оцінити низкою показників, таких як ефективність, стійкість, керованість, точність і надійність [1]. Дослідження технологічної лінії як системи процесів починається з кінцевого продукту, оскільки продукт є вихідним і ключовим елементом системи. Саме заради руху від вихідної сировини до кінцевого продукту формується, зберігається, вдосконалюється і розвивається технологічний потік.

Оцінка узагальненого показника якості макаронів дозволила зробити висновок, що існуюча традиційна технологія виробництва макаронних виробів не дає задовільних результатів, отже, необхідно знайти шляхи покращення якості продукції. Такими шляхами є модернізація існуючого обладнання, можливість застосування нових конструкцій і принципів обробки у виробничій лінії, розширення асортименту та підвищення біологічної цінності макаронних виробів.

В існуючому технологічному процесі виділені підсистеми, що впливають на якість готових виробів: приймання сировини, приготування (заміс) макаронного тіста, формування спресованого тіста, сушіння напівфабрикату.

Поставлена мета зумовила необхідність вирішення наступних завдань:

- обробка сировини, яка зберігається
- вибір і удосконалення конструкції преса;
- вибір перспективного способу сушіння виробів і модернізація конструкції сушильної установки;
- аналіз та поліпшення бізнес-процесів підприємства.

Особлива роль серед вказаних технологічних рішень належить такими технологіями:

1. Технологія магніострикційного очищення борошна, підготовки комплексної борошняної суміші підвищеної харчової цінності, пресування макаронного тіста і акустичної сушіння [2];

2. Технологія інтенсифікації виробництва макаронних виробів з використанням ультразвукового впливу і інфрачервоного випромінювання;

3. Технологія інактивування і припинення мікробіологічних та аеробних процесів в продуктах харчування;

Об'єкт дослідження технологія та бізнес-процеси отримання макаронних виробів типу короткої вермішелі. Макаронне тісто приготоване за традиційною технологічною схемою [3], у якій на етапі замісу тісто вносяться різні харчові добавки. Запропонована ідея підвищення біологічної цінності макаронних виробів з допомогою харчових добавок [4].

Рішення задачі стабільного забезпечення населення продуктами переробки зерна можливе за рахунок збільшення кількості вироблюваної продукції і зниження втрат сировини на стадіях переробки, а також шляхом удосконалення процесів переробки самої сировини, що передбачає збільшення виходу готової продукції, підвищення біологічної цінності продуктів, скорочення тривалості технологічних процесів. Також величезну роль у якійсній переробки сировини грають технологічне і транспортне обладнання а також система управління.

Для вирішення поставлених завдань пропонується використовувати в існуючій технології виробництва на початковому етапі новий спосіб знезараження борошна, що дозволяє впровадити енергозберігаючі заходи. В технологію буде додатково включена технологічна операція знезараження борошна електромагнітним випромінюванням надвисокої частоти і його аерація. Що дозволить: підвищити завантаження виробничих потужностей і поліпшити економічні показники, знизити питомі витрати паливно-енергетичних ресурсів і трудовитрат при випуску продукції; розширити виробництво і асортимент продукції за рахунок збільшення виробництва нових продуктів харчування з підвищеною засвоюваністю та харчовою цінністю.

Пропонується автоматизація системи керування технологічного процесу знезараження борошна, що включає в себе використання надвисокочастотних ентолейтора і стерилізатора борошна. Використання зазначеного обладнання дозволить збільшити використання виробничої потужності (за рахунок модернізації на інноваційній основі), підвищити ефективність управління, а отже, в результаті зросте і конкурентоспроможність підприємства.

Для успішної діяльності підприємства в сучасних умовах необхідна установка АСУТП. Пропоновані для модернізації технічні засоби, вимагають удосконалення існуючої автоматичної системи управління технологічним процесом.

Запропонована АСУ допоможе знизити витрати і собівартість продукції, підвищити її якість. Рекомендовані технічні засоби призначені для максимального зниження втрат сировини, працюють з невисокими енерговитратами, дозволяють випускати продукцію високої якості з

мінімальною собівартістю.

Для розробки АСУТП використовувалася стандартна SCADA система – TRACE MODE, попередньо були розглянуті функціональні схеми переробки сировини в кросплатформенній системі Ramus з використанням CASE-технологій [5].

На початковому технологічному етапі технологічні операції стадії «Знезараження борошна» включають наступні функціональні блоки: «Знезараження ЕМП НВЧ», «Аерація». Далі борошно надходить на безтарне зберігання у силоси, де при тривалому зберіганні комкується, набуває нетоварний вигляд і перестає відповідати вимогам стандартів по кольору, зараженості та забрудненості шкідниками, токсичності, вмісту мікотоксинів, кислотності, тобто з безпеки і харчової цінності.

Для виробництва якісного кінцевого продукту необхідно застосовувати новий спосіб забезпечення безпеки і харчової цінності при збереженні борошна, шляхом включення в загальну технологію операцій, зазначених раніше: знезараження та аерації.

Робочий процес відбувається наступним чином. Борошно по аспіраційному продуктопроводу через затвор надходить у робочу камеру знезаражування, де грудки борошна за рахунок обертання ротора з резонаторними камерами дробляться і борошно набуває пухку структуру [6, 7]. Під впливом ЕМП НВЧ відбувається знезараження борошна. Подрібнене борошно за рахунок обертання ротора зсипається у зовнішній простір корпусу знезаражувача, звідки самопливом по конічному днищу через затвор спрямовується в аспіраційний продуктопровід.

Застосування електромагнітних випромінювань надвисокочастотного діапазону дозволяє знищувати багато видів шкідливих бактерій, спори цвілі і різних грибків.

Камера апарату являє собою зварну вертикальну циліндричну посудину. У кришці і днищі зроблені горловини для установки завантажувального і розвантажувального затворів. Верхня горловина також може служити для монтажу внутрішніх частин і ремонту. В середині резонаторної камери розташований ротор. Генератори електромагнітних випромінювань розташовані зверху кришки корпусу і розміщені в діелектричному екранному корпусі.

Розглянута ділянка технологічної лінії передбачає включення нових технологічних операцій шляхом заміни існуючого обладнання (ентолейтору для борошна) на запропоновані технічні засоби (знезаражувач борошна). Знезараження борошна дозволяє проводити три технологічні операції одночасно: роздрібнення грудок борошна, знезараження ЕМП НВЧ і аерацію замість однієї операції виконуваної раніше ентолейтором для борошна (роздрібнення грудок).

Працездатність системи перевірена в SCADA системі TRACE MODE. Використання даної програми для створення мнемосхеми знезаражувача



дозволяє виводити на екран основні параметри, що заміряються, такі як: маса завантаження борошном, час обробки, напруженість поля в резонаторній камері, частота обертання ротора. Програмне забезпечення комп'ютера виконано на мові G з використанням графічної системи LabView і працює під управлінням операційної системи реального часу WindowsXP. Завантаження програмного забезпечення з жорсткого диска разом з використанням сторожового таймера забезпечує безперебійну роботу системи протягом тривалого часу.

Важливим етапом у виробництві макаронних виробів є процес пресування тіста. На даному етапі закладається ряд основних показників якості, таких як щільність, пружність, однорідність які визначають у результаті якість готової продукції. Метою процесу пресування є ущільнення замішаного тіста, перетворення його в однорідну пов'язану пластичну масу, а потім надання їй певної форми.

Для формування виробів в макаронній промисловості широке застосування отримали шнекові преси, проте на основі аналізу патентної літератури і системного аналізу прийнято рішення, що раціональним буде використання конструкції вальцьового прес-гранулятора з круговою матрицею. Матриця є основним робочим органом макаронного преса. Вона обумовлює продуктивність пресу, вид виробів (форма і розмір поперечного перерізу), що значною мірою впливає на якість продукту (ступінь шорсткості поверхні, міцність склеювання макаронних виробів) [8]. У розглянутій конструкції передбачається забезпечити швидко зміну матриці, а також використання матриць з фігурними каналами для розширення асортименту продукції. В кільцевої матриці преса формування виробу відбувається в наступній послідовності: пересування певного шару пресованого матеріалу вальцем, який тут працює як транспортуючий механізм, що переміщає в'язкий продукт; стиснення шару між зовнішньою поверхнею вальця і внутрішньою поверхнею матриці; вдавнення стиснутого шару в канали матриці і зіштовхування в них тіста, що знаходиться на перемичках між каналами; проштовхування спресованого тіста через канали. Повітря, що ущільнює пори і проміжки між частинками тіста, витісняється убік завантажувального отвору камери. Вид напівфабрикату визначений формою отворів матриці. При цьому відбувається вплив на пресований напівфабрикат полями ультразвуку, вплив якого здійснюється в зоні макаронної матриці з частотою  $22 \pm 0,5$  кГц, інтенсивністю  $1,5-2,0$  Вт/см<sup>2</sup>, амплітудою 20 мкм. Після пресування напівфабрикати обдуваються повітрям із температурою 22-25 °С і нарізуються.

Іншим важливим етапом у виробництві є сушіння макаронних виробів. Існуючі в даний час режими сушіння макаронних виробів та способи їх інтенсифікації припускають конвективний метод підведення енергії для випаровування вологи з матеріалу. Як показав аналіз способів сушіння, для макаронних виробів доцільніше всього використовувати сушарку з

інфрачервоним підведенням тепла, яка дозволяє отримати кінцевий продукт з високими якісними характеристиками, мінімізувати енерговитрати і інтенсифікувати процес зневоднення.

Оптимізація процесів сушіння дозволяє розробити конструктивні рішення сушильного обладнання для отримання високоякісного продукту при мінімальних енерговитратах та обґрунтувати основні елементи сушильної установки з інфрачервоним підведенням енергії. В якості робочого органу необхідно використовувати стрічковий конвеєр, тоді сушарка буде мати п'ять ярусів, встановлених у каркасі паралельно один над одним. Сусідні конвеєри виконуються з можливістю обертання стрічки в протилежних напрямках; непарні конвеєри зміщені по довжині в бік розкладника на величину, достатню для перекантівки напівпродуктів з конвеєра на конвеєр. Установка ІЧ-випромінювачів над верхньою робочою гілкою стрічки і відбивачів, які підтримують нижню стрічку, забезпечить об'ємне підведення тепла до об'єкту сушки.

Таким чином сутність модернізації технології полягає в реалізації наступних технологічних процесів.

1. Підготовка інгредієнтів: підготовка пшеничного борошна: зважування на вагах, розпушування і насичення борошна киснем (аерація борошна), відділення від борошна сторонніх включень, магніострикційне очищення (механічне пошкодження поверхні мікроорганізмів (деформація структури грибків, цвілі, бактерій)).

2. Приготування макаронного тіста. У відповідності з рецептурою проводиться дозування інгредієнтів в необхідному співвідношенні. Змішування інгредієнтів здійснюється протягом 15-18 хв при подачі води для замісу температурою 22-25 °С. Тісто доводиться до вологості 34-36 % [9, 10].

3. Пресування макаронного тіста. На даному етапі макаронне тісто пресується при тиску до 10 МПа у вигляді трубчастих виробів у полі ультразвуку, вплив якого здійснюється в зоні макаронної матриці з частотою  $22 \pm 0,5$  кГц, інтенсивністю 1,5-2,0 Вт/см<sup>2</sup>, амплітудою 20 мкм. Після пресування напівфабрикати обдуваються повітрям температурою 22-25 °С і нарізуються [11, 12].

4. Процес сушіння включає в себе два етапи. Перший етап - надвисокотемпературний. Здійснюється протягом 2 хв при температурі повітря +95 °С, вологості 95 %, рівні звукового тиску 140 дБ, інтенсивності інфрачервоного випромінювання 3,6 мкм. Другий етап - високотемпературний. Він здійснюється протягом 53 хв при температурі +60 °С, вологості 70 %, рівні звукового тиску 140 дБ, інтенсивності інфрачервоного випромінювання 3,6 мкм. До вологості готових виробів 11 % [13].

Сушка макаронних виробів у запропонованій технології ефективніше існує за рахунок комплексного впливу інфрачервоного та ультразвукового випромінювання на технологічний напівфабрикат. Інтенсифікується

процес пароутворення і рухливості частинок тіста ультразвуком та інфрачервоним випромінюванням у всьому обсязі. При цьому вдається домогтися структурної видозміни макаронних виробів, більш ущільненого укладання довго полімерних молекул тіста і зниження кількості мікротріщин [14,15].

Комплексний вплив ультразвуку та інфрачервоного випромінювання не тільки значно скорочує весь виробничий цикл, але і підвищує якість виробів: міцність, знижуються вологопоглинання і втрати поживної цінності при зберіганні; готові вироби не злипаються при варінні; зберігають правильну форму.

Під час сушіння акустичні коливання проникають в пори і тріщини макаронних виробів і створюють у них швидко змінювані зони підвищеного і розрідженого тиску, які грають роль насоса вологи з глибинних шарів. Крім того, ультразвук збільшує інтенсивність теплообміну в 2-2,5 рази за рахунок завихрень і створення внаслідок цього витонченого шару пароповітряної суміші на поверхні виробів. Основними діючими факторами прискорення сушіння є підвищений коефіцієнт тепловіддачі і зниження в'язкості рідини від ультразвуку, що прискорює переміщення вологи по капілярах з глибини тесту на поверхню.

При інтенсивності ультразвуку 140 дБ через пульсації тиску відбувається сильна турбулізація приповерхневого шару зволоженого повітря і відрив його від виробу, відбувається активне видалення вологи в об'ємі камери. Також вібраційний ультразвуковий вплив веде до формування більш монолітної структури виробу.

Слід зазначити, що швидка сушка без ультразвуку приводить до деформації і руйнуванню виробів, а більш повільна сушка веде до мікробіологічного псування.

5. Стабілізація макаронних виробів відрізняється від відомих технологій тим, що процес здійснюється протягом 150 хвилин під впливом ультразвуку (рівень звукового тиску 140 дБ), безпосередньо в пристрої для прискореного сушіння макаронних виробів при швидкості повітря 1 м/с і температурі всередині сушильної камери 25-30 °С. Охолодження макаронних виробів відбувається протягом 1 години за рахунок подачі в сушильну камеру повітря з температурою навколишнього середовища при впливі ультразвуку. Це значно прискорює процес стабілізації напруги між зовнішніми і внутрішніми шарами і дозволяє значно знизити інтенсивність біологічних процесів.

Дослідження фінансово-економічного стану підприємства з виробництва макаронів дозволило виявити зниження ефективності діяльності, що поставило завдання з аналізу його основних бізнес-процесів з метою виявлення вузьких місць і недоліків у виробничій системі.

В основних бізнес-процесах виробництва макаронної продукції задіяні трудові ресурси, основні засоби, матеріальні засоби, інформаційні ресурси.

Бізнес-процес «Виробництво макаронної продукції» виконується у формі потокового виробництва і включає низку послідовних етапів (рис. 1).

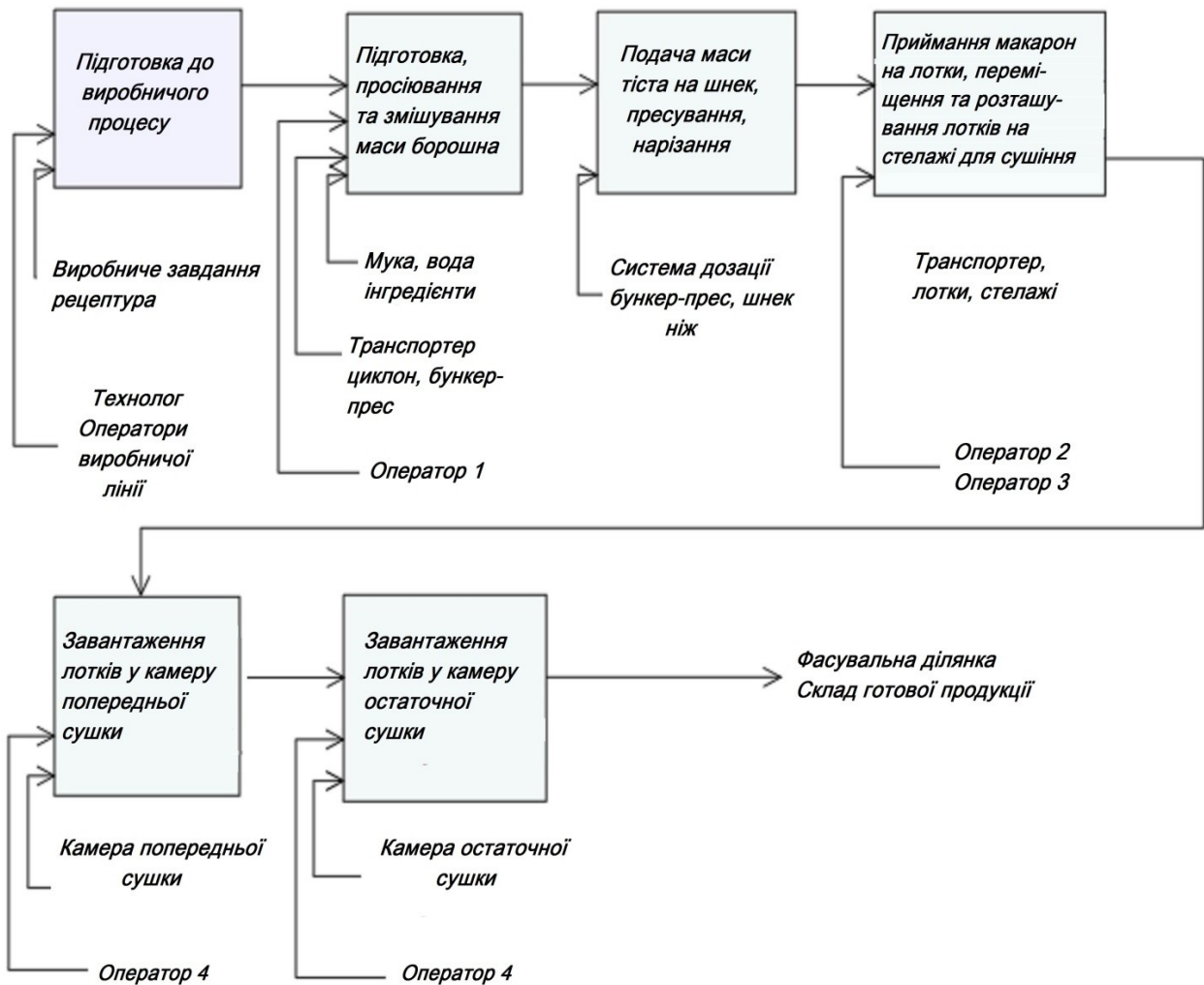


Рис. 1. Бізнес-процес «Виробництво макаронної продукції»

В ході дослідження результатів функціонування виробничих бізнес-процесів підприємства був проведений аналіз виконання норм виробітку за допомогою фотографії робочого дня. Складений за результатами дослідження фактичний баланс робочого часу виробництва макаронних виробів у зміну (табл. 1) який показав, що частка корисного фонду робочого часу становить 78 %. Втрати робочого часу через нерегламентовані перерви рівні 4,9 %. Негативної оцінки заслуговує те, що через нерегламентовані перерви за зміну вийшла переробка за часом на 12 хвилин, а також недопрацювання по виконанню технологічних операцій. Зокрема, не закінчені роботи з пересування стелажів з лотками в камеру остаточної сушки з камер попереднього сушіння, а це значить, що навантаження з цієї технологічної операції припадає на другу зміну.

Таблиця 1

Баланс робочого часу виробництва макаронних виробів у зміну

Індекс операцій	Фактичний баланс	
	хвилин	%
Підготовчо-заключний час	29	5,3
Оперативний час	434	78,6
Регламентовані перерви	60	10,9
Простої	-	-
Нерегламентовані перерви	27	4,9
Час обслуговування виробничої лінії	2	0,4
Загальний час	552	100
Загальний час нормативний	540	
Коефіцієнт використання змінного часу	0,78	

Порівняльна оцінка ефективності використання робочого часу у бізнес-процесах виробництва макаронних виробів була проведена з використанням інформації про норми виробітку та норми витрат праці (табл. 2).

Таблиця 2

Порівняльна оцінка ефективності використання робочого часу у бізнес-процесах виробництва макаронних виробів в зміну

Процеси	Виробництво, тон				Час, чол./год			
	Норма	Факт	Відхилення		Норма	Факт	Відхилення	
			тон	%			Чол/год	%
Виробництво макаронних виробів	1,223	0,882	-0,342	-27,9	1,871	1,921	0,050	2,7
Трудомісткість виробництва макаронних виробів	-	-	-	-	1,53	2,179	0,649	4,4

За даними табл. 2 для розглянутих бізнес-процесів характерні відхилення, пов'язані зі зниженням фактичного вироблення продукції щодо встановленої норми за зміну (при двозмінному графіку роботи), а також збільшенням фактичних витрат праці щодо нормативів. При реалізації бізнес-процесу «Виробництво макаронних виробів» дані аналізу свідчать, що фактичний виробіток за зміну нижче норми на 0,341

тонни, або на 27,9 %, фактичні витрати праці вище норми на 0,050 людино-години, або на 2,7 %. Трудомісткість виробництва макаронних виробів вище планової на 42,4 %. Ситуація погіршена тим, що протягом зміни виробниче завдання виконане не повністю, при цьому фактично відпрацьований час у зміну перевищує нормативний, що відбувається безпосередньо з вини працівників.

На підставі отриманих результатів щодо ефективності використання робочого часу можна зробити висновок про те, що бізнес-процеси виробництва макаронних виробів не є достатньо ефективними, так як збільшуються витрати праці у зміну, мають місце втрати по виробленню продукції і втрати від браку. До того ж встановлені норми часу не дотримуються, а також присутні значні перевищення фактичних значень трудових витрат над нормативними.

Узагальнення отриманих результатів аналізу виробничих бізнес-процесів об'єкта дослідження дозволило сформулювати відповідно до концепції ощадливого виробництва основні види втрат, їх причини та запропонувати можливі інструменти щодо усунення виявлених втрат (табл. 3).

Таблиця 3

Втрати в бізнес-процесах при виробництві макаронних виробів відповідно до концепції ощадливого виробництва (ОВ)

<b>Вид втрат</b>	<b>Причини</b>	<b>Можливий інструмент ОВ усунення втрат</b>
Переміщення	При виробництві макаронних виробів ручної засипки мішків з борошном в змішувач є трудомісткою (16 % в структурі оперативного часу). Незавершене виробництво наприкінці зміни	Картування потоку створення цінності
Затримки	Висока частка нерегламентованих перерв у структурі робочого часу, пов'язана з низьким рівнем залучення працівників у робочий процес, відсутністю націленості на зростання продуктивності праці	Стандартизація часу на відпочинок і особисті потреби у виробничих цехах

Виявлені у виробничій системі втрати підвищують значущість оптимізації виробничих бізнес-процесів з використанням інструментів ощадливого виробництва.

В цілях усунення втрат, пов'язаних із зайвими пересуваннями та

рухами працівників, які зменшують оперативний час роботи, необхідно використання інструменту картування потоку створення цінності в бізнес-процесі «Виробництво макаронних виробів». Картування технологічного потоку створення цінності являє собою сукупність дій, спрямованих на поліпшення показників бізнес-процесу через створення додаткової цінності. Для графічного представлення результатів змін та оптимізації бізнес-процесу між поточним і майбутнім станом використовуються карти потоку створення цінності. Мета складання карти потоку створення цінності полягає в усуненні елементів у бізнес-процесі, які не несуть ніякої цінності, зокрема різних видів втрат.

Зниження трудомісткості виконання операції бізнес-процесу «Підготовка, просіювання та змішування борошняної маси» рекомендується шляхом заміни ручної праці при завантаженні борошна в тістомісильну машину на автоматичний з використанням пристрою підймання та перекидання мішків МПО-50-1800. Це дозволить збільшити оперативний час виконання бізнес-процесу «Виробництво макаронних виробів» щодо поточного стану на 5,7 %.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Підводячи підсумки, відзначимо моменти, важливі для впровадження цього підходу в нашій країні. Перехід на систему ощадливого виробництва – справа далеко не проста. Toyota Motor Corporation знадобилося близько 20 років, щоб пройти цей шлях першою [16,17]. Нині це можна зробити набагато швидше. Найважливішим фактором успіху цього проекту є виявлення основних важелів підвищення ефективності для конкретного підприємства і подальша концентрація зусиль саме в цих напрямках. Основним джерелом зростання ефективності при реалізації проекту має стати вироблення великої кількості пропозицій, оцінка їх економічної ефективності та вибір для впровадження пропозицій, які забезпечують максимальний економічний ефект за мінімальних витрат на впровадження. Успішна реалізація такого проекту створить основу для подальшого покращення на підприємстві. На питання, в якому напрямі розвиватиметься концепція ощадливого виробництва, немає однозначної відповіді, адже реальність дуже часто перевершує найсміливіші прогнози і очікування, хоча одна з подальших можливостей вже виразно вимальовується на горизонті. Останнім часом в спеціалізованих журналах з'явилося досить багато публікацій про так зване “активне виробництво”, основною відмінністю якого є його здатність працювати в абсолютно непередбачуваних умовах. Воно прийде на зміну системі ощадливого виробництва.

З метою виключення втрат робочого часу, пов'язаних з нерегламентованими перервами, пропонується на основі нормативів часу стандартизувати час на відпочинок і особисті потреби. Об'єктом стандартизації часу на відпочинок і особисті потреби є оператори

виробничих ліній у цеху виробництва макаронних виробів. Перевага стандарту очевидна, так як діапазон часу регламентованих перерв одного працівника знаходиться в межах 13-21 хвилин (за винятком обідньої перерви), тоді як фактичний час нерегламентованих перерв на одного працівника досягає 27 хвилин, що забезпечить додатковий приріст виробітку продукції за рахунок вивільненого часу. Крім того, даний стандарт справедливий по відношенню до працівників, що надає додатковий мотивуючий ефект. Такі оптимальні умови як для працівників, так і для підприємства. Роботодавець підтримує оптимальну структуру робочого часу та продуктивність праці, працівник точно знає, скільки йому належить часу на перерву і в який час він може ним скористатися. Застосування рекомендованих інструментів ощадливого виробництва дозволить вирішити серйозне завдання щодо забезпечення зростання продуктивності праці, зниження трудомісткості і збільшення обсягів виробництва на підприємстві.

Таким чином, буде забезпечена стійкість бізнес-процесів підприємства харчової промисловості, а значить, покращиться організація бізнесу, необхідна в умовах постійно зростаючої конкуренції і глобалізації економіки.

#### Список використаної літератури:

1. Панфилов В. А. Технологические линии пищевых производств (теория технологического потока). – М.: Колос, 1993.
2. Романчиков С. А. Инновационная технология макаронных изделий повышенной пищевой ценности с использованием ультразвуковой магнитоотрицательной обработки муки / С. А. Романчиков // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2018. – Т. 362-363, № 2-3. – С. 56-61
3. Медведев Г. М. Технология и оборудование макаронного производства. – М.: Колос, 1984.
4. Черногорцев А. П., Разумовская Р. Г. Технология получения новых белковых продуктов: Учеб. пособие. – Мурманск: МГАРФ, 1990.
5. Офіційний сайт проекту RAMUS. URL: <http://ramussoftware.com>.
6. Белов А. А., Коробков А. Н., Михайлова О. В., Осокин В. Л., Новикова Г. В. Установка для обеззараживания зерна и зернопродуктов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 2. – С. 7–10.
7. Михайлова О. В., Белов А. А., Белова М. В., Новикова Г. В. Установка для обеззараживания и шелушения зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты // Вестник НГИЭИ. – 2015. – № 4 (47).
8. Назаров Н. И. Технология макаронных изделий. – М.: Пищ. пром-сть, 1978.
9. Осипова Г. А. Способы повышения биологической ценности макаронных изделий: монография / Г. А. Осипова, С. Я. Корячкина, А. Н. Волчков // Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева. – Орёл, 2010. – 159 с.
10. Реологические свойства макаронного теста с белковыми добавками / В. П. Корячкин, С. Я. Корячкина, Г. А. Осипова [и др.] // Хлебопродукты. – 2009. – № 4. – С. 44–45.
11. Кобыда Е. В. Макароны пресс с излучателем ультразвука / Е. В. Кобыда, Е. И. Верболоз, В. Т. Антуфьев // Хлебопродукты. – 2014. – № 4. – С. 44–45.
12. Поглощение ультразвука макаронным тестом при прессовании / Е. И. Верболоз, Е. В. Кобыда, Б. А. Вороненко [и др.] // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2014. – Т. 19, № 1. – С. 80-87.



- 13.Верболюз Е. И. Применение ультразвука при сушке макаронных изделий с белковыми добавками / Е. И. Верболюз, О. И. Николук // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2017. – Т. 79, № 1. – С. 50-54. doi: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-1-50-54>.
- 14.Верболюз Е. И. Инновационная технология и оборудование для производства макаронных изделий с высокобелковой добавкой / Е. И. Верболюз, В. Т. Антуфьев, О. И. Николук // Хлебопродукты. – 2016. – № 11. – С. 44–47.
- 15.Николук О. И. Влияние ультразвукового способа сушки на качество макаронных изделий с печеню / О. И. Николук // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2016. – Т. 69, № 3. – С. 189-194. doi: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-189-194>.
- 16.Майкл Л. Джордж. Бережливое производство + шесть сигм в сфере услуг. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 402 с.
- 17.James P. Womack, Daniel T. Jones, Daniel Roos. The Machine that changed the World: The Story of Lean Production. Harper Collins, New York, 1990.

#### References:

- 1.Panfilov V. A. Tekhnologicheskiye linii pishchevykh proizvodstv (teoriya tekhnologicheskogo potoka). M. Kolos, 1993.
- 2.Romanchikov S. A. Innovatsionnaya tekhnologiya makaronnykh izdeliy povyshennoy pishchevoy tsennosti s ispol'zovaniyem ul'trazvukovoy magnitostriksionnoy obrabotki muki. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishcheyaya tekhnologiya. 2018. V. 362-363, № 2-3. P. 56-61.
- 3.Medvedev G. M. Tekhnologiya i oborudovaniye makaronnogo proizvodstva. M. Kolos, 1984.
- 4.Chernogortsev A. P., Razumovskaya R. G. Tekhnologiya polucheniya novykh belkovykh produktov: Ucheb. posobiye. Murmansk. MGARF, 1990.
- 5.Ofitsiyiny sayt proyektu RAMUS. Available at: <http://ramussoftware.com>.
- 6.Belov A. A., Korobkov A. N., Mikhaylova O. V., Osokin V. L., Novikova G. V. Ustanovka dlya obezzarazhivaniya zerna i zernoproduktov. Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. 2015. № 2. P. 7–10.
- 7.Mikhaylova O. V., Belov A. A., Belova M. V., Novikova G. V. Ustanovka dlya obezzarazhivaniya i shelusheniya zerna v elektromagnitnom pole sverkhvysokoy chastoty. Vestnik NGIEI. 2015. № 4 (47).
- 8.Nazarov N. I. Tekhnologiya makaronnykh izdeliy. M. Pishch. prom-st', 1978.
- 9.Osipova G. A., Koryachkina S. Ya., Volchkov A. N. Sposoby povysheniya biologicheskoy tsennosti makaronnykh izdeliy: monografiya. Orlovskiy gosudarstvennyy universitet imeni I. S. Turgeneva. Orol, 2010. 159 s.
- 10.Koryachkin V. P., Koryachkina S. Ya., Osipova G. A. [i dr.] Reologicheskiye svoystva makaronnogo testa s belkovymi dobavkami. Khleboprodukt. 2009. № 4. P. 44–45.
- 11.Kobyda Ye. V., Verboloz Ye. I., Antufyev V. T. Makaronnyy press s izluchatelem ul'trazvuka. Khleboprodukt. 2014. № 4. С. 44–45.
- 12.Verboloz Ye. I., Kobyda Ye. V., Voronenko B. A. [i dr.] Pogloshcheniye ul'trazvuka makaronnym testom pri pressovanii. Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Seriya: Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv. 2014. V. 19, № 1. P. 80-87.
- 13.Verboloz Ye. I., Nikolyuk O. I. Primeneniye ul'trazvuka pri sushke makaronnykh izdeliy s belkovymi dobavkami. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy. 2017. V. 79, № 1. P. 50-54. doi: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-1-50-54>.
- 14.Verboloz Ye. I., Antufyev V. T., Nikolyuk O. I. Innovatsionnaya tekhnologiya i oborudovaniye dlya proizvodstva makaronnykh izdeliy s vysokobelkovoy dobavkoy. Khleboprodukt. 2016. № 11. P. 44–47.
- 15.Nikolyuk O. I. Vliyaniye ul'trazvukovogo sposoba sushki na kachestvo makaronnykh izdeliy s pechen'yu. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy. 2016. V. 69, № 3. P. 189-194. doi: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-189-194>.
- 16.James P. Womack, Daniel T. Jones, Daniel Roos. The Machine that changed the World: The Story of Lean Production. Harper Collins, New York, 1990.
- 17.Lysytsyn V. D., Lysenko O. I., Vovk Yu. S. Rol' "oshchadlyvoho vyrobnytstva" v diyal'nosti pidpryyemstva, 2009. Available at: [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/PSPE/2009\\_1/Lisenko\\_109.html](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/PSPE/2009_1/Lisenko_109.html).

Надійшла до редакції 06.05.2022р.

**Нікітін Віктор Олексійович**, кафедра фізичного матеріалознавства для електроніки та геліоенергетики, E-mail: hicmop@ukr.net

**Зайцев Роман Валентинович**, д.т.н., кафедра фізичного матеріалознавства для електроніки та геліоенергетики; E-mail: Roman.Zaitsev@khpi.edu.ua

**Хримова Тетяна Іванівна**, к.ф.-м.н., кафедра фізики; E-mail: Tatiana.Khramova@khpi.edu.ua, тел. 0675753006

**Хрипунова Аліна Леонідівна**, к.п.н., кафедра природничих наук, E-mail: Alina.Khrypunova@khpi.edu.ua  
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, 61001, м. Харків, Україна

## РОЗРОБКА ФАСЕТНОГО КОНЦЕНТРАТОРА ДЛЯ КОМБІНОВАНОЇ ФОТОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

**Анотація.** У статті досліджені особливості концентраторів сонячної енергії. Надана характеристика нині існуючих типів систем концентрації сонячної енергії: система слабкої концентрації та система високої концентрації. Наведено їх конструктивні особливості та недоліки. Зазначено, що одними з найбільш застосовуваних концентраторів є лінзи Френеля, але оптична їх ефективність обмежена низькими або високими температурами, оскільки внаслідок теплового розширення спостерігається зміна показника заломлення або деформація структури лінзи Френеля. Лінзи Френеля, які фокусують сонячне випромінювання на площі до  $1 \text{ cm}^2$ , не дають можливості утилізації надлишкової теплової енергії. Складна геометрична форма параболічних концентраторів обумовлює кошову технологію їх виготовлення, що, в свою чергу, суттєво збільшує собівартість виробленої ними електричної енергії. Люмінесцентні сонячні концентратори мають низький коефіцієнт концентрації сонячної енергії. Проведений аналіз показав, що існуючі концентратори сонячного випромінювання не дозволяють створювати конкурентноздатні у порівнянні з традиційними джерелами електричної енергії фотоенергетичні установки, які працюють при високих ступенях концентрації сонячного опромінення та утилізують надлишкову теплову енергію. З метою вирішення зазначених проблем, авторами розроблено фасетний концентратор сонячного випромінювання, наведено його характеристики та представлено лабораторний зразок. Досліджено питання оптимізації налаштування концентратора. Оприлюднено звіт щодо проведених натурних випробувань макету.

**Ключові слова:** фасетний концентратор, сонячна енергія, лінзи Френеля, оптична ефективність, сонячні модулі.

**Nikitin Victor**, Department of Physical Materials Science for Electronics and Solar Energy, E-mail: hicmop@ukr.net

**Zaitsev Roman**, DScTech., Department of Physical Materials Science for Electronics and Solar Energy; E-mail: Roman.Zaitsev@khpi.edu.ua

**Khramova Tatiana**, Ph D, Department of Physics; E-mail: Tatiana.Khramova@khpi.edu.ua; tel. 067 575 30 06

**Khrypunova Alina**, Ph D, Department of Natural Sciences; E-mail: Alina.Khrypunova@khpi.edu.ua

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», 2 Kyrpychova str., 61001, Kharkiv, Ukraine

## DEVELOPMENT OF A FACETED CONCENTRATOR FOR A COMBINED PHOTOVOLTAIC PLANT

**Abstract.** This article examines the features of solar energy concentrators. The characteristics of the currently existing types of solar energy concentration systems are given: a weak concentration system and a high concentration system. Their design features and shortcomings are given. It is noted that Fresnel lenses are one of the most widely used concentrators, but their optical efficiency is limited by low or high temperatures, as a change in the refractive index or deformation of the Fresnel lens structure is observed due to thermal expansion. Fresnel lenses, which focus solar radiation on an area of up to  $1 \text{ cm}^2$ , do not allow the utilization of excess thermal energy. The complex geometric shape of parabolic concentrators determines the expensive technology of their manufacture, which, in turn, significantly increases the cost of the electric energy produced by them. Luminescent solar concentrators have a low coefficient of concentration of solar energy. The conducted analysis showed that the existing concentrators of solar radiation do not allow to create competitive compared to traditional sources of electrical energy photo-energy installations that work at high levels of concentration of solar radiation and utilize excess thermal energy. In order to solve the mentioned problems, the authors developed a faceted concentrator of solar radiation, gave its characteristics and presented a laboratory sample. Questions of optimization of the adjustment of the concentrator are investigated. A report on the mock-up tests conducted has been published.

**Keywords:** faceted concentrator, solar energy, Fresnel lenses, optical efficiency, solar modules.

**Никитин Виктор Алексеевич**, кафедра физического материаловедения для электроники и гелиоэнергетики; E-mail: hicmor@ukr.net  
**Зайцев Роман Валентинович**, д.т.н., кафедра физического материаловедения для электроники и гелиоэнергетики; E-mail: Roman.Zaitsev@khpi.edu.ua  
**Храмова Татьяна Ивановна**, к.ф.-м.н., кафедра физики; E-mail: Tatiana.Khramova@khpi.edu.ua; тел. 0675753006.  
**Хрипунова Алина Леонидовна**, к.п.н., кафедра естественных наук; E-mail: Alina.Khrypunova@khpi.edu.ua  
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Кирпичева, 2, 61001, г. Харьков, Украина

## РАЗРАБОТКА ФАСЕТНОГО КОНЦЕНТРАТОРА ДЛЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ФОТОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

***Аннотация.** В статье исследованы особенности концентраторов солнечной энергии. Приведены характеристики существующих типов систем концентрации солнечной энергии: система слабой концентрации и система высокой концентрации. Рассмотрены их конструктивные особенности и недостатки. Отмечено, что одними из наиболее широко применяемых концентраторов являются линзы Френеля, но их оптическая эффективность ограничена низкими либо высокими температурами, поскольку вследствие теплового расширения наблюдается изменение показателя преломления или деформация структуры линзы Френеля. Линзы Френеля, фокусирующие солнечное излучение на площади до  $1 \text{ см}^2$ , не позволяют утилизировать излишки тепловой энергии. Сложная геометрическая форма параболических концентраторов обуславливает удорожание технологии изготовления, что, в свою очередь, существенно увеличивает себестоимость выработанной ими электрической энергии. Люминесцентные солнечные концентраторы дают низкий коэффициент концентрации солнечной энергии. Проведенный анализ показал, что существующие концентраторы солнечного излучения не позволяют создавать конкурентоспособные, по сравнению с традиционными источниками электрической энергии, фотоэнергетические установки, работающие при высоких ступенях концентрации солнечного излучения и утилизирующие излишки тепловой энергии. С целью решения данных проблем, авторами разработан фасетный концентратор солнечного излучения, приведены его характеристики и представлен лабораторный образец. Исследованы вопросы оптимизации настройки концентратора. Обнародован отчет о проведенных натурных испытаниях макета.*

***Ключевые слова:** фасетный концентратор, солнечная энергия, линзы Френеля, оптическая эффективность, солнечные модули.*

**Вступ.** Основною проблемою широкомасштабного використання фотоелектричних перетворювачів сонячної енергії в Україні є висока собівартість виробленої ними електричної енергії [1]. Тому уряд України ввів спеціальну ціну на фотоелектричну енергію [2]. Одним з напрямків зниження собівартості фотоелектричного перетворення сонячної енергії є застосування фотоенергетичних установок (ФЕУ), які працюють на концентрованому сонячному випромінюванні [3]. В таких установках зниження собівартості електричної енергії досягається за рахунок зменшення активної площі приладової напівпровідникової структури шляхом використання концентратора сонячного випромінювання. Якщо в таких концентраторних фотоенергетичних установках забезпечити утилізацію надлишкової теплової енергії шляхом нагрівання води, це також значно підвищить їхні економічні показники.

Нині існують два типи систем концентрації сонячної енергії: система слабкої концентрації та система високої концентрації [4]. Традиційно для найбільш поширених сонячних модулів на основі кремнію використовують системи слабкої концентрації, в яких коефіцієнт концентрації сонячного опромінення не перевищує 2 [5].

В якості сонячних елементів у фотоенергетичних установках, які працюють при високих концентраціях сонячного випромінювання, використовують напівпровідникові структури на основі арсеніду галію [6].

В системах з високою концентрацією сонячної енергії використовують лінзи Френеля, параболічні дзеркала або люмінесцентні концентратори [7].

Одними з найбільш застосовуваних є лінзи Френеля, легкі і здатні досягати короткої фокусної відстані та великої діафрагми. Вони можуть бути використані в конструкції у формі кола, що фокусує світло в точці або у циліндричній формі, яка фокусує світло в лінію. Недоліком таких систем є те, що оптична ефективність обмежена низькими або високими температурами, оскільки внаслідок теплового розширення спостерігається зміна показника заломлення або деформація структури лінзи Френеля [8]. Лінзи Френеля, які фокусують сонячне випромінювання на площі до  $1 \text{ см}^2$  [9], не дозволяють використовувати монолітні сонячні модулі, що в свою чергу робить неможливим утилізацію надлишкової теплової енергії, бо коефіцієнт перетворення сонячної енергії в електричну в промислових зразках сонячних елементів на основі арсеніду галію не перевищує 35%. Таким чином 65% сонячної енергії перетворюється в теплову енергію.

Ще одним дуже популярним типом концентратора є параболічний концентратор [10]. Зазвичай його конструкція складається з двох вигнутих дзеркал. Перше дзеркало більшого розміру служить колектором, а друге є фокусним. Однак існують різні модифікації, в яких фокусна точка вже замінена сонячною батареєю. Як і лінзи Френеля, параболічні концентратори мають високий коефіцієнт концентрації сонячного опромінення - близько 500. Ці концентратори часто використовуються у поєднанні з тепловими колекторами і, таким чином, утворюють гібридну систему, в якій відбувається утилізація теплової енергії [11]. Параболічні концентратори мають складну геометричну форму, що обумовлює кошову технологію їх виготовлення, що, в свою чергу, суттєво збільшує собівартість виробленої ними електричної енергії.

Люмінесцентні сонячні концентратори в основному складаються з однієї або кількох скляних або пластикових пластин. Світло, захоплене цими пластинами, які служать хвилеводом, спрямовується до одного або кількох країв пластин шляхом повного внутрішнього відбиття сонячного елементу. Пластини містять флуоресцентний барвник або квантові точки, тому вони випромінюють поглинене світло на більших довжинах хвиль. Коефіцієнт концентрації люмінесцентних сонячних концентраторів не перевищує 10, і вони зазвичай використовуються в основному як прозорі та напівпрозорі матеріали для покриття будівель, або як сонячні вікна [12].

Проведений аналіз показав, що існуючі концентратори сонячного випромінювання не дозволяють створювати конкурентноздатні у порівнянні з традиційними джерелами електричної енергії фотоенергетичні установки, які працюють при високих ступенях концентрації сонячного опромінення та

утилізують надлишкову теплову енергію, тому розробка та апробація економічних концентраторів є актуальною проблемою.

### **Основна частина.**

#### **1. Макет фотоенергетичної установки з фасетним концентратором.**

В якості альтернативи концентраторам, які традиційно застосовувалися в фотоенергетичних установках з високим рівнем концентрації сонячної енергії, в роботі досліджені економічні фасетні концентратори, основною перевагою яких є високий коефіцієнт віддзеркалення, простота виготовлення та економічність.

Для попереднього тестування концепції ФЕУ було виготовлено лабораторний зразок концентратора випромінювання, який у зменшеному вигляді відтворював основні конструктивні ідеї та дозволяв провести їх практичну апробацію.

На етапі виготовлення лабораторного зразка ФЕУ було вирішено виготовити дзеркальний концентратор у вигляді фасетної конструкції, що складається з великої кількості квадратних дзеркал, які розташовані під певним кутом та сфокусовані на теплоприймачі ФЕУ. Такий тип концентратору видавався досить перспективним завдяки легкості виготовлення - використання плоских дзеркал невеликого розміру, відсутність необхідності виготовлення дзеркал складної просторової форми та легкість налаштування дзеркал при налаштуванні ФЕУ.

Зовнішній вигляд виготовленого макету ФЕУ наведено на рис. 1.



Рис.1. Макет фасетного концентратора у складі ФЕУ

З метою визначення базових параметрів концентратора випромінювання в натурних умовах експлуатації було проведено дослідження роботи лабораторного зразка ФЕУ на відкритому сонячному випромінюванні в м. Харкові впродовж вересня. Найбільш типовими на протязі зазначеного місяця виявилися умови, при яких потужність сонячного випромінювання складала  $820 \text{ Вт/м}^2$ , а температура повітря дорівнювала  $23\text{-}25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Визначення вихідних параметрів сонячної батареї проводилося за світловими навантажувальними вольт-амперними характеристиками у випадку послідовної комутації ФЕП. Типова експериментальна ВАХ, виміряна для лабораторного зразка ФЕУ, наведена на рис. 2.

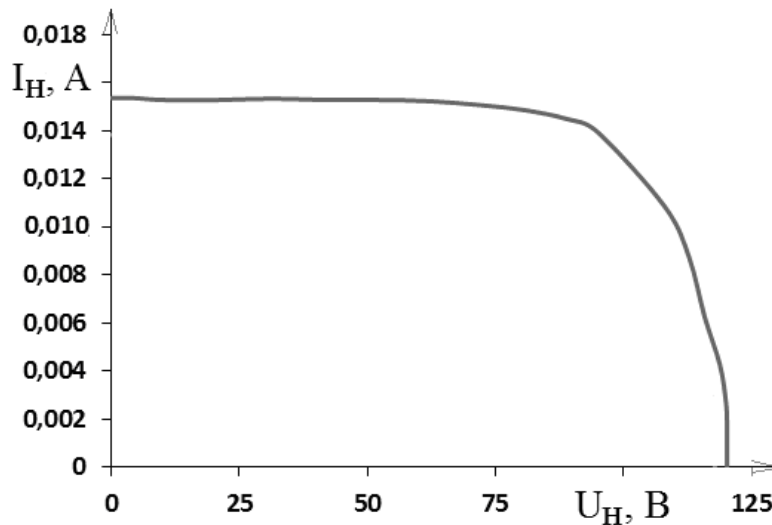


Рис. 2. Навантажувальна світлова вольт-амперна характеристика лабораторного зразка ФЕУ, отримана при натурних випробуваннях

Подальше аналітичне опрацювання виміряних навантажувальних світлових ВАХ дозволило визначити вихідні параметри сонячної батареї, які наведені в таблиці 1, а за ними встановити параметри концентрації випромінювання.

Таблиця 1  
Вихідні параметри лабораторного зразка ФЕУ, визначені у ході натурних випробувань

Параметри	Величина
$I_{кз}$ , мА	15,4
$U_{ХХ}$ , В	120,2
$FF$ , відн. од.	0,71
$P_{HM}$ , Вт	1,31
$\eta$ , %	2,29

## 2. Лабораторний зразок фасетного концентратора

Виходячи з заданої максимальної корисної електричної потужності  $P_{\text{ФМНГ}}$  на рівні 500 Вт, на етапі розробки лабораторного зразка фотоенергетичної установки (ФЕУ) були проведені прогнози розрахунки максимальних кількостей електричної і теплової енергії при оптимальній апертурі концентратора сонячного випромінювання, які отримуватиме користувач фотоенергетичної установки за умов:

- 1) використання висококонцентрованого сонячного випромінювання (ВКСВ), що отримується з прямого потоку природного сонячного випромінювання при безхмарності;
- 2) безперервної щоденної роботи з 6.00 до 18.00 годин київського часу при автоматичному позиціонуванні апертури дзеркального концентратора перпендикулярно до вказаного вище потоку.

Було розраховано [13] граничну річну кількість електричної енергії  $W_1$ , яку може отримати користувач від ФЕУ, що має сонячну батарею на основі багатоперехідних кремнієвих ФЕП, яка функціонує в указаних вище умовах експлуатації, а саме:  $P_{\text{ФМНГ}} = 500$  Вт,  $\eta_1 = 26$  %, коефіцієнту відбиття дзеркал  $r_K = 0,85$ , що характерно для дзеркал, котрі промислово виготовляються, та при максимальній питомій потужності потоку прямого сонячного випромінювання  $808$  Вт/м<sup>2</sup>, який надходить до горизонтальної поверхні в Україні (червень місяць, 11.00-13.00 київського часу) [14]. При використанні перелічених числових значень величин, розрахунок оптимальної площі апертури дзеркального концентратора дає  $2,75$  м<sup>2</sup>.

Розглядалися наступні варіанти компоновки концентратору:

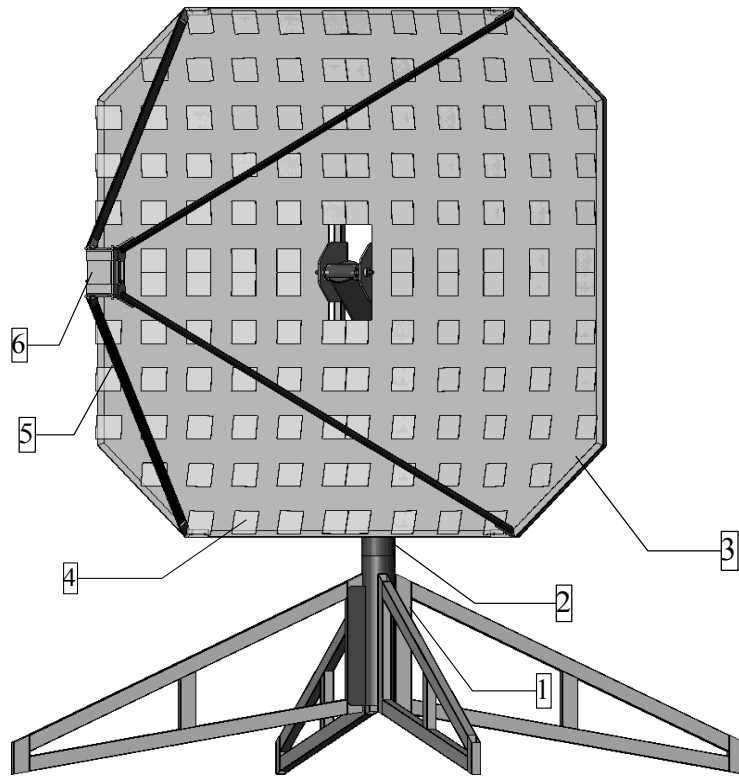
- азимутальна - одна з координатних осей установки вертикальна, інша горизонтальна, наведення концентратора на Сонце здійснюється одночасним переміщенням за двома координатами.
- полярна - координатні осі співпадають з астрономічною системою координат, наведення на Сонце також здійснюється за двома координатами - за однією здійснюється добовий рух, за другою - сезонний. З огляду на невисоку швидкість сезонного переміщення (15 кутових хвилин за добу) корекцію положення за цією координатою можна проводити раз на добу.

Приймаючи до уваги, що в реальних умовах розміщення установки забезпечити точність орієнтації установки на місцевості менше  $3-5^\circ$  технічно складно, а компенсувати цю похибку доведеться додатковою роботою приводів системи орієнтації, за основу компоновки взята азимутальна компоновка як більш проста в реалізації. Проектний вигляд розробленого експериментального зразка концентратору показано на рис. 3.

Конструкція основи та поворотної частини виконується з тонкостінних зварних труб круглого ( $\text{Ø}104$  мм) та прямокутного перерізу ( $50 \times 30$  мм). Осі обертання встановлені на підшипниках промислових серій: вертикальна - на 256907, горизонтальна - на 180902 виробництва заводу ХАРП.

Конструкція концентратора виконана з труб прямокутного перерізу (25x25 мм) і листового оцинкованого металу с елементами з OSB плити на яких розташовані елементи концентратору.

Кожен елемент концентратору (дзеркало) має регульоване гвинтове кріплення для юстировки, за допомогою якої здійснюється налаштування розташування елемента за двома осями.



1 - основа з 4 опорами, підшипниковими вузлами для вертикальної осі обертання, редуктором та азимутальним приводом; 2 - поворотна частина з механізмом нахилу, підшипниковими вузлами для горизонтальної осі обертання; 3 - несуча конструкція концентратора; 4 - елемент концентратора - орієнтоване дзеркало (показано приблизно 30% усіх дзеркал); 5 - стрижні підвісу фотоенергетичного блоку; 6 - фотоенергетичний блок

Рис. 3. Загальний вигляд експериментального зразка фотоенергетичної установки

Просторове розташування дзеркальних елементів схематично показано на рис. 4.

Орієнтування кожного елемента виконано наступним чином:

- вся поверхня концентратору розбита на чотири квадранта, а кожен квадрант на напівквадранти. Кожен з трьох квадрантів відтворює структуру першого квадранта.



- в кожному напівквадранті відбиваючі елементи прив'язані ближчим до центру кутом до координатної сітки 75x75 мм, а стороною, ближчою до вертикальної (горизонтальної) сторони напівквадранта, паралельно цій стороні. Нормалі до центру відбиваючих елементів перетинаються в точці, розташованій на подвійній фокусній відстані по осі концентратора. Тим самим плоский фронт сонячного випромінювання перетворюється у сферичний.

- такий спосіб фокусування забезпечує кривизну поля зображення у фокусі  $\sim \pm 10$  мм та аберації  $\sim \pm 4$  мм, що значно менше розміру дзеркального елемента (та фокусної плями).

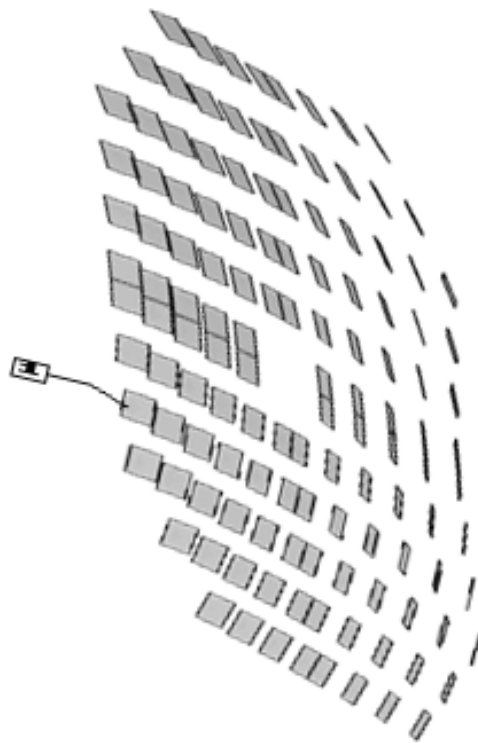


Рис. 4. Ескіз масиву дзеркальних елементів, що демонструє орієнтацію окремих елементів. (Показано 30 % всіх дзеркальних елементів)

Для виготовлення дзеркальних елементів було використано акриловий пластик із дзеркальним напиленням, який порівняно зі склом є гнучким та легко піддається різанню, зберігаючи достатню стійкість до механічних та атмосферних пошкоджень. Кріплення кожного дзеркала виготовлялось із оцинкованої жерсті за розробленим шаблоном, що забезпечило їх взаємозамінність. Окремо дзеркало та дзеркало, змонтоване на кріпленні показані на рис. 5.

При виготовленні концентратора монтаж кріплень із дзеркалами здійснювався саморізами на основу з OSB плит, які потім закріплювались на трубчастій основі концентратора.

Після виготовлення концентратор (рис. 6, а) було змонтовано на експериментальному зразку ФЕУ (рис. 6, б) та проведені його налаштування і наступна натурна апробація в умовах м. Харків.



Рис. 5. Дзеркальний елемент фасетного концентратора у регульованому кріпленні з тильної (а) та фронтальної (б) сторони

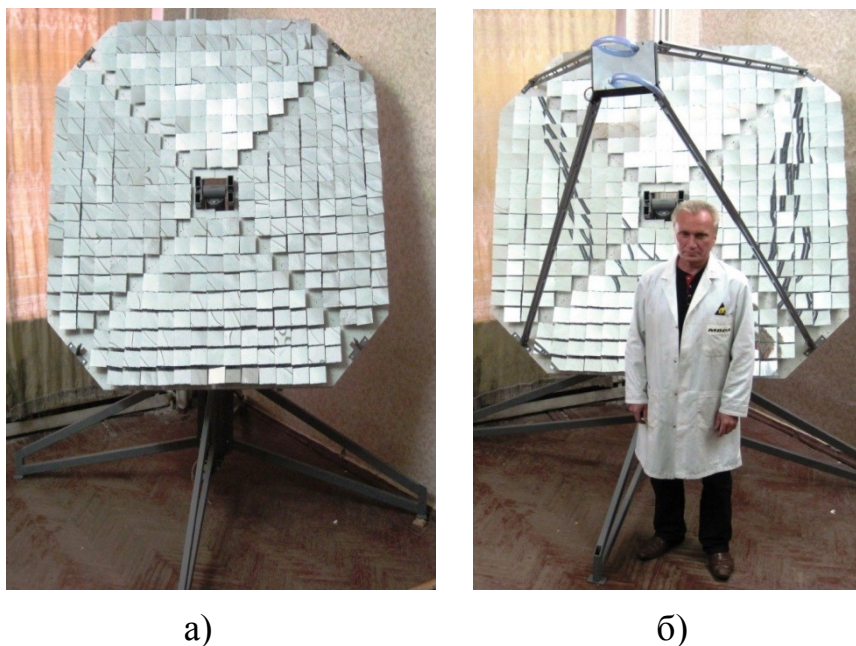
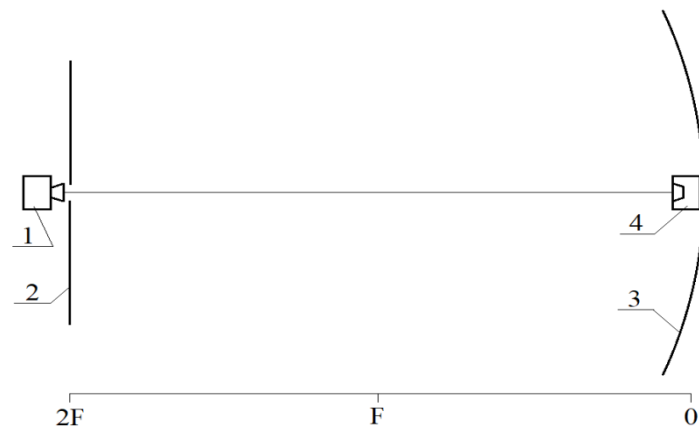


Рис. 6. Фасетний концентратор випромінювання (а) та експериментальний зразок ФЕУ (б)

Для налаштування елементів концентратора у точку фокуса було розроблено спеціальну методику, котра полягала в наступному. На подвійній фокальній відстані від концентратора встановлювався екран, крізь отвір у центрі якого здійснювалось опромінення концентратора точковим джерелом

світла (галогенна лампа). В процесі освітлення здійснювалось налаштування дзеркал концентратора за допомогою гвинтів на кріпленнях дзеркал до одержання фокальної плями з рівномірністю освітлення та розміром, достатніми для повного освітлення фотоприймального блоку. Реєстрація зображення фокальної плями за необхідності здійснювалась за допомогою цифрового фотоапарату, розміщеного у «мертвій» зоні в центрі концентратора. Як було встановлено, матриця фотоапарату не вносить змін та крайових аберацій у зареєстроване зображення по всій його площині, що дало змогу при аналітичній обробці фотознімків фокальної плями використовувати метод визначення потужності випромінення за кольоровою температурою ділянок фокальної плями.

Схема установки для налаштування концентратора та фотознімки фокальної плями наведені на рис. 7 та 8.



1 – точкове джерело світла; 2 – екран; 3 – площина концентратора;  
4 – фотореєстратор

Рис. 7. Схематичне зображення оптичної частини установки для налаштування концентратора

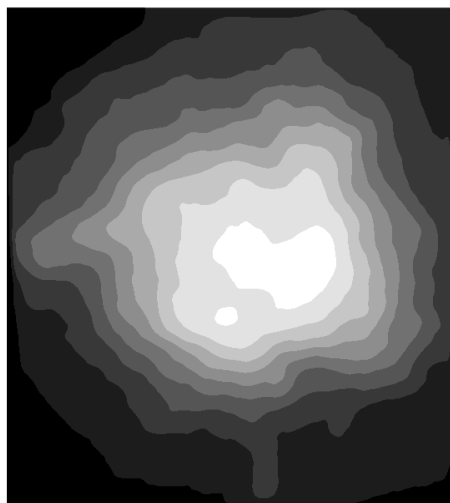


Рис. 8. Експериментальне зображення світлової плями, одержане в ході налаштування фасетного концентратора

**Висновки.** Проведено виготовлення макету фотоелектричної установки, в склад якої входить фасетний концентратор сонячної енергії та сонячна батарея на основі багатоперехідних кремнієвих ФЕП. В ході натурних випробувань було встановлено, що щільність струму короткого замикання застосованої сонячної батареї досягає 15,4 мА, напруга холостого ходу 120 мВ, фактор заповнення світлової ВАХ 0,71.

Зважаючи на позитивні результати тестування макету ФЕУ, був розроблений та виготовлений лабораторний зразок фасетного концентратора сонячного випромінювання площею 2,75 м<sup>2</sup>, який теоретично забезпечує 400 кратну концентрацію сонячної енергії.

Розроблена і апробована установка для налаштування концентратора та експериментально визначений реальний розмір фокальної плями. Встановлено, що фокусування забезпечує кривизну поля зображення у фокусі  $\sim \pm 10$  мм та аберації  $\sim \pm 4$  мм, що значно менше розміру дзеркального елемента та фокусної плями.

Спрощена геометрична форма фасетних концентраторів обумовлює економію коштів на їх виготовлення, що, в свою чергу, знижує собівартість виробленої ними електричної енергії. Фасетний концентратор сонячної енергії та сонячна батарея на основі багатоперехідних кремнієвих ФЕП має більш високий коефіцієнт концентрації сонячної енергії порівняно з люмінесцентними сонячними концентраторами, що свідчить про їх енергоефективність у практичному застосуванні.

#### Список використаної літератури:

- 1.URL: <https://razumkov.org.ua/statti/perspektyvni-tehnologii-fotoelektrychnoi-soniachnoi-energetyky>.
- 2.Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП), від 29.09.2021 № 1637 "Про встановлення "зелених" тарифів на електричну енергію, вироблену генеруючими установками приватних домогосподарств".
- 3.Luque A. and Andreev V. Concentrator Photovoltaics, – Springer, Heidelberg, Germany, 2007.
- 4.McConnell R., Kurtz S., and Symko-Davies M. Concentrator photovoltaic technologies // Refocus. – 2005. – Vol. 6, no. 4. – P. 35–39.
- 5.Andrews Rob Pollard, Andrew W., Pearce Joshua M. Photovoltaic system performance enhancement with non-tracking planar concentrators: Experimental results and BDRF based modeling // IEEE 39th Photovoltaic Specialists Conference (PVSC). – 2013. – pp. 0229–0234.
- 6.Sasaki K., Agui T., Nakaido K., Takahashi N., Onitsuka R., Takamoto T. Development of InGaP/GaAs/InGaAs inverted triple junction concentrator solar cells // AIP Conference Proceedings. 2013. – Vol. 1556. – pp. 22–25.
- 7.Kasaeian A., Tabasi S., Ghaderian J., Yousefi H. A review on parabolic trough/Fresnel based photovoltaic thermal systems // Renew. Sustain. Energy Rev. – 2018. – 91. – pp. 193–204. doi: 10.1016/j.rser.2018.03.114.
- 8.Hornung T., Hornung T. Ph.D. Thesis. Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE; Freiburg, Germany: Ein-und Mehrstufige Optische Konzentratoren für Photovoltaische Anwendungen. 2013.
- 9.Steiner M., Bösch A., Dilger A., Dimroth F., Dörsam T., Müller M., Hornung T., Siefer G., Wiesenfarth M., Bett A.W. FLATCON® CPV module with 36.7% efficiency equipped with four-junction solar cells // Prog. Photovolt. Res. Appl. – 2015. – 23. – pp. 1323–1329.
- 10.Awan A. B., Zubair M., Praveen R. P., Bhatti A. R. Design and comparative analysis of photovoltaic and parabolic trough based CSP plants // Sol. Energy. – 2019. – 183. pp. 551–565. doi: 10.1016/j.solener.2019.03.037.

11. Widyolar B. K., Abdelhamid M., Jiang L., Winston R., Yablonovitch E., Scranton G., Cygan D., Abbasi H., Kozlov A. Design, simulation and experimental characterization of a novel parabolic trough hybrid solar photovoltaic/thermal (PV/T) collector // *Renew. Energy*. – 2017. – Vol. 101. – pp. 1379–1389.

12. Slooff L. H., Bende E. E., Burgers A. R., Budel T., Pravettoni M., Kenny R. P., Dunlop E. D., Büchtemann A. A luminescent solar concentrator with 7.1% power conversion efficiency // *Phys. Status Solidi RRL Rapid Res. Lett.* – 2008. – 2. – pp. 257–259.

13. Зайцев Р. В. Застосування магнітного поля для підвищення ККД кристалічних кремнієвих фотоелектричних перетворювачів : дис. канд. техн. наук : 01.04.07 / Р. В. Зайцев; Нац. техн. ун-т "Харк. політехн. ін-т", Каф. "Фіз. матеріалознавство для електрон. та геліоенергетики". – Україна, Харків. - 2013.

14. Клімат України // За ред. В. М. Липінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. – К.: Вид-во Раєвського, 2003.

#### References:

1. Available at: <https://razumkov.org.ua/statti/perspektyvni-tekhnologii-fotoelektrychnoi-soniachnoi-energetyky>.

2. Resolution of the National Commission, carrying out state regulation in the spheres of energy and communal services (HKPEKП), 29/09/2021 No 1637 "On the establishment of "green" tariffs for electric energy produced by private household facilities".

3. Luque A. and Andreev V. *Concentrator Photovoltaics*, Springer, Heidelberg, Germany, 2007.

4. McConnell R., Kurtz S., and Symko-Davies M. *Concentrator photovoltaic technologies*. Refocus. 2005. vol. 6, no. 4. P. 35–39.

5. Andrews Rob W., Pollard Andrew, Pearce Joshua M. Photovoltaic system performance enhancement with non-tracking planar concentrators: Experimental results and BDRF based modelling. *IEEE 39th Photovoltaic Specialists Conference (PVSC)*. 2013. P. 0229–0234.

6. Sasaki K., Agui T., Nakaido K., Takahashi N., Onitsuka R., Takamoto T. Development of InGaP/GaAs/InGaAs inverted triple junction concentrator solar cells. *AIP Conference Proceedings*. 2013. Volume 1556. P. 22–25.

7. Kasaeian A., Tabasi S., Ghaderian J., Yousefi H. A review on parabolic trough/Fresnel based photovoltaic thermal systems. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2018. 91. P. 193–204. doi: 10.1016/j.rser.2018.03.114.

8. Hornung T., Hornung T. Ph.D. Thesis. Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE; Freiburg, Germany. *Ein- und Mehrstufige Optische Konzentratoren für Photovoltaische Anwendungen*. 2013.

9. Steiner M., Bösch A., Dilger A., Dimroth F., Dörsam T., Müller M., Hornung T., Siefert G., Wiesenfarth M., Bett A.W. FLATCON® CPV module with 36.7% efficiency equipped with four-junction solar cells. *Prog. Photovolt. Res. Appl.* 2015. 23. P. 1323–1329.

10. Awan A. B., Zubair M., Praveen R. P., Bhatti A. R. Design and comparative analysis of photovoltaic and parabolic trough based CSP plants. *Sol. Energy*. 2019. 183. P. 551–565. doi: 10.1016/j.solener.2019.03.037.

11. Widyolar B. K., Abdelhamid M., Jiang L., Winston R., Yablonovitch E., Scranton G., Cygan D., Abbasi H., Kozlov A. Design, simulation and experimental characterization of a novel parabolic trough hybrid solar photovoltaic/thermal (PV/T) collector. *Renew. Energy*. 2017. 101. P. 1379–1389.

12. Slooff L. H., Bende E. E., Burgers A. R., Budel T., Pravettoni M., Kenny R. P., Dunlop E. D., Büchtemann A. A luminescent solar concentrator with 7.1% power conversion efficiency. *Phys. Status Solidi RRL Rapid Res. Lett.* 2008. 2. P. 257–259.

13. Zaitsev R. V. Application of a magnetic field to increase the efficiency of crystalline silicon photoelectric converters: thesis Ph.D. in technical science : 01.04.07 / R.V. Zaitsev; National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Department of Physical Materials Science for Electronics and Solar Energy. Ukraine, Kharkiv. 2013.

14. *Climate of Ukraine*. Edited by V. M. Lipinsky, V. A. Dyachuka, V. M. Babichenko. K. Rajevsky, 2003.

Надійшла до редакції 20.04.2022

**Попов Олександр Вікторович**, кандидат економічних наук, Перший заступник голови правління Акціонерного товариства «ФЕД», м. Харків, Україна; Тел. ( 057 ) 7 66 52 33. E-mail: a.popov@fed.com.ua  
**Мехович Сергій Анатолійович**, доктор економічних наук, професор, професор кафедри економіки бізнесу і міжнародних економічних відносин; Тел. (050)4026212; E-mail: sm261245@gmail.com  
 Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002.

## ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ВПРОВАДЖЕННЯМ РЕГІОНАЛЬНИХ ІННОВАЦІЙНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ

**Анотація.** В статті розглянуто проблеми інноваційних перетворень вітчизняних виробництв з огляду на стан та привабливість інноваційного середовища, провідне місце в якому належить науковим дослідженням. Відзначено, що серед усіх сфер діяльності саме наука зазнала найістотніших втрат. В Україні зберігається тенденція скорочення кількості дослідників, що призводить до поступової деградації наукового потенціалу. Турбує стан передання технологій за першим, другим та третім стратегічними пріоритетами тому, що це реальний сектор економіки, від якого залежить конкурентоспроможність країни та який потребує реінжинірингових перетворень в першу чергу. Концепція технологічного реінжинірингу в умовах кластеризації національної економіки спирається на підприємства високотехнологічного сектору. Наукоємний сектор в Україні генерує ВВП на рівні найбільш відсталих у світі країн через занадто малу кількість видів економічної діяльності (ВЕД), що відповідають критеріям високої технологічності. У той же час, частка його доданої вартості у випуску продукції є найбільшою серед інших технологічних секторів. Це свідчить про те, що наука виробляє високотехнологічну і конкурентоспроможну продукцію. Кластер з його системою зв'язків має спрямованість на створення систем машин, що відповідає потребам ринку. Для сучасних кластерів наукоємного виробництва таке завдання виконати можна якщо акцентувати увагу не тільки на ресурсному забезпеченні, але й на різних (декількох) детермінантах ринкової затребуваності, що формуються на різновидах ринкової діяльності. Обґрунтовано, що кластер з його системою зв'язків має спрямованість на створення систем машин, що відповідає потребам ринку. Поєднання усіх складових ефекту здійснює позитивний вплив на готовність фірм і організацій до співробітництва із структурами кластеру, а це є фактор регіонального розвитку.

**Ключові слова:** інноваційне середовище, науковий потенціал, рейтинг, інновації, кластер, технологічний реінжиніринг, управління.

**Popov Oleksandr Viktorovych**, Candidate of Economic Sciences, First Deputy Chairman of the Board of the FED Joint Stock Company, Kharkiv, Ukraine. Tel. (057) 7 66 52 33. E-mail: a.popov@fed.com.ua  
**Mekhovich Serhii Anatoliyovych**, doctor of economics, professor, professor of the department of business economics and international economic relations, Tel. (050) 4026212; E-mail: sm261245@gmail.com  
 National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", str. Kirpychova, 2, Kharkiv, Ukraine, 61002.

## PECULIARITIES OF MANAGING THE IMPLEMENTATION OF REGIONAL INNOVATIVE TRANSFORMATIONS

**Abstract.** The article examines the problems of innovative transformations of domestic industries in view of the state and attractiveness of the innovative environment, in which the leading place belongs to scientific research. It was noted that among all spheres of activity, it was science that suffered the most significant losses. In Ukraine, there is a tendency to reduce the number of researchers, which leads to a gradual degradation of the scientific potential. The state of technology transfer according to the first, second and third strategic priorities is of concern because this is a real sector of the economy on which the country's competitiveness depends and which needs reengineering transformations in the first place. The concept of technological reengineering in conditions of clustering of the national economy relies on enterprises of the high-tech sector. The science-intensive sector in Ukraine generates GDP at the level of the most backward countries in the world due to too few types of economic activity (FDI) that meet the criteria of high technology. At the same time, its share of added value in output is the largest among other technological sectors. This shows that science produces high-tech and competitive products. The cluster with its system of connections is aimed at creating systems of machines that meet the needs of the market. For modern clusters of knowledge-intensive production, such a task can be accomplished if attention is focused not only on resource provision, but also on various (several) determinants of market demand, which are formed on the types of market activity. It is justified that the cluster with its communication system is aimed at creating machine systems that meet the needs of the market. The combination of all components of the effect has a positive effect on the

*readiness of firms and organizations to cooperate with cluster structures, and this is a factor of regional development.*

**Keywords:** *innovation environment, management, scientific potential, rating, innovations, cluster, technological reengineering.*

**Попов Александр Викторович**, кандидат экономических наук, Первый заместитель председателя правления Акционерного общества «ФЭД», г. Харьков, Украина. Тел. (057)7665233. E-mail: a.popov@fed.com.ua

**Мехович Сергей Анатольевич**, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики бизнеса и международных экономических отношений Тел. (050) 4026212; E-mail: sm261245@gmail.com  
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Кирпичева, 2, Харьков, Украина, 61002.

## ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ВНЕДРЕНИЕМ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

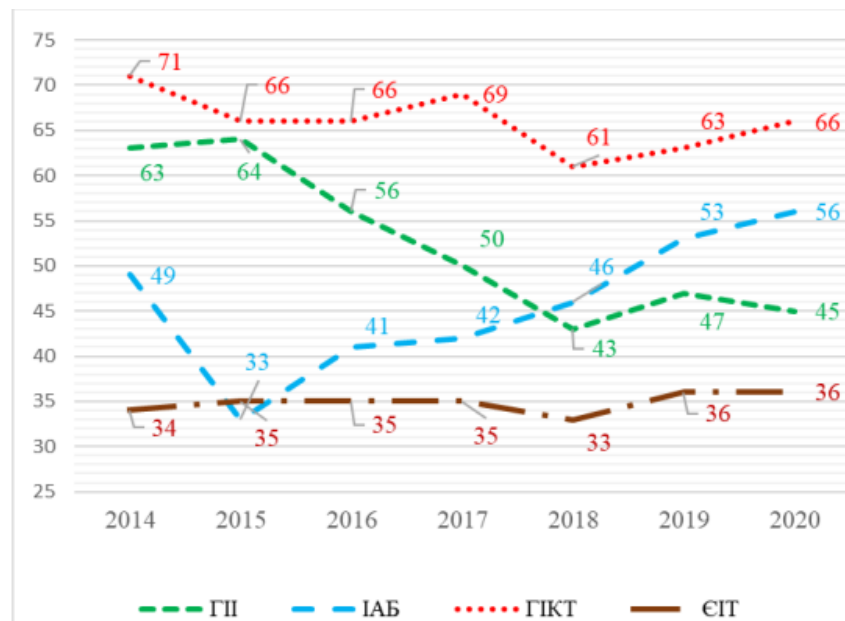
**Аннотация.** *В статье рассмотрены проблемы инновационных преобразований отечественных производств с учетом состояния и привлекательности инновационной среды, ведущее место в которой принадлежит научным исследованиям. Отмечено, что среди всех сфер деятельности именно наука понесла самые существенные потери. В Украине сохраняется тенденция сокращения числа исследователей, что приводит к постепенной деградации научного потенциала. Беспокоит состояние передачи технологий по первому, второму и третьему стратегическим приоритетам потому, что это реальный сектор экономики, от которого зависит конкурентоспособность страны и нуждается в реинжиниринговых преобразованиях в первую очередь. Концепция технологического реинжиниринга в условиях кластеризации национальной экономики опирается на предприятия высокотехнологического сектора. Наукоёмкий сектор в Украине генерирует ВВП на уровне наиболее отсталых в мире стран из-за слишком малого количества видов экономической деятельности (ВЭД), отвечающих критериям высокой технологичности. В то же время доля его добавленной стоимости в выпуске продукции является наибольшей среди других технологических секторов. Это свидетельствует о том, что наука производит высокотехнологичную и конкурентоспособную продукцию. Кластер с его системой связей имеет направленность на создание систем машин, отвечающих потребностям рынка. Для современных кластеров наукоёмкого производства такую задачу выполнить можно, если акцентировать внимание не только на ресурсном обеспечении, но и на различных (нескольких) детерминантах рыночной востребованности, формируемых на разновидностях рыночной деятельности. Обосновано, что кластер с его системой связей направлен на создание систем машин, отвечающей потребностям рынка. Сочетание всех составляющих эффекта оказывает положительное влияние на готовность фирм и организаций к сотрудничеству со структурами кластера, а это фактор регионального развития.*

**Ключевые слова:** *инновационная среда, научный потенциал, рейтинг, инновации, кластер, технологический реинжиниринг, управление.*

**Актуальність теми.** Використання науково-технологічного потенціалу країни в умовах постійних трансформацій оточуючого середовища вимагає пошуку нових організаційно-економічних форм управління бізнесом. У зв'язку з тим, що традиційні форми організації наукових досліджень і розробок орієнтуються на обмежене бюджетне фінансування й постійно скорочується число пріоритетних напрямів національного рівня, то навряд чи при такому підході слід очікувати підвищення рівня прикладної інноваційної активності. Пріоритетні технологічні напрямки, що традиційно склались в науці, багато в чому копіюють пріоритети промислово розвинених країн [1]. Їх оцінка і підтримка на державному рівні спирається на експертні оцінки конкурентоспроможності розроблених на їх основі технологій світового рівня. Ця, безперечно, вірна в стратегічному відношенні мета не враховує найближчих і середньострокових завдань та необхідності якнайшвидшого відновлення виробничо-технологічного потенціалу вітчизняних

підприємств, орієнтованого на виробництво продукції для внутрішніх ринків країни. Кластеризація економіки та нівелювання галузевих принципів управління вимагають від менеджменту активного пошуку нових, нетрадиційних форм управління впровадженням регіональних інноваційних перетворень.

**Викладення основного матеріалу.** Основний негативний підсумок минулого періоду реформування економіки України полягає в тому, що серед усіх сфер діяльності найістотніших втрат зазнала наука. Вона поступово стає незатребуваною як бізнесом так і державою, а надії на потребу багатьох вітчизняних ініціативних досліджень і розробок з боку суб'єктів «незалежної» не виправдуються (рис. 1) [2].



ГП - Індекс інновацій агентства Bloomberg; ІАБ - Індекс активності бізнесу; ГІКТ - Глобальний індекс конкурентоспроможності талантів; ЄІТ - Індекс Європейського інноваційного табло.

Рис.1. Динаміка рейтингів за чотирма підходами до оцінки спроможності України до інновацій за 2014-2020 рр.

Динаміка рейтингів України за чотирма підходами до оцінки спроможності до інновацій за 2014-2020 рр.(рис.1) дозволяє зробити висновок про відсутність активної політики та проривів у підтримці інноваційної діяльності як державою, так і бізнесом. Разом з цим Україна має досить високий рейтинг за такими складовими як рівень освіченості (навичок) населення та дослідницької активності (кількість патентів та публікацій), частка високих технологій у промисловому виробництві (табл.1) [2].



Таблиця 1

Рейтинги окремих країн за Індексом готовності до передових (*frontier*) технологій у 2020 р. вище середнього

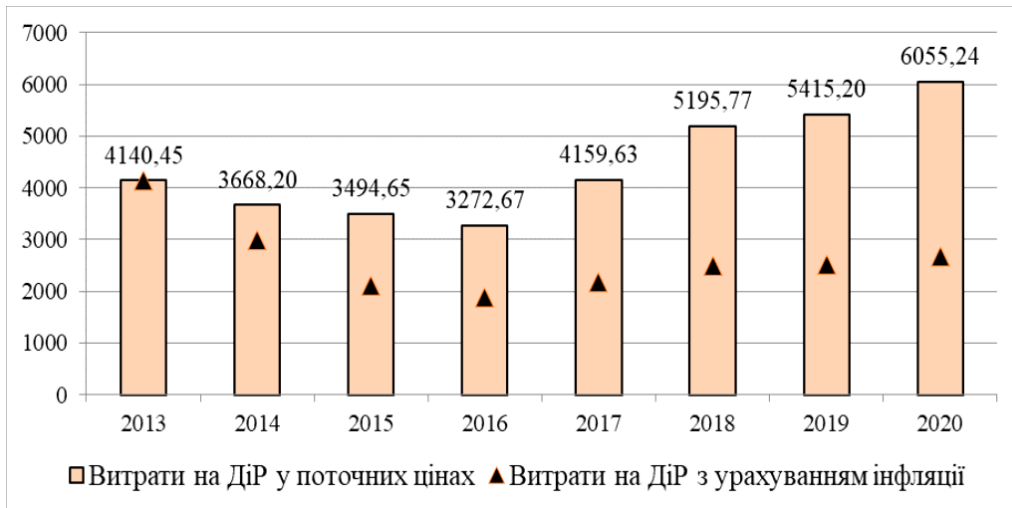
Країна	Значення Індексу	Загальний рейтинг зі 158 країн	Рейтинг країни за складовими:				
			ІКТ	кадри, навички	ДіР	промисло вий розвиток	фінанси
Бразилія	0,65	41	73	53	17	42	60
Румунія	0,60	45	44	70	34	38	115
Сербія	0,59	47	38	52	55	46	86
Болгарія	0,57	51	53	48	65	41	73
Україна	0,56	53	66	40	47	58	97
Туреччина	0,55	55	75	63	27	78	49

Низький рейтинг за рівнем інфраструктури ІКТ та доступністю приватних компаній до кредитів (фінанси). Такий стан у певній мірі пов'язано із науковими кадрами – виконавцями наукових досліджень і розробок. Протягом останніх десяти років в Україні зберігається тенденція скорочення кількості дослідників (із 133,7 тис осіб у 2010 р. до 51,4 у 2020 р.) (рис. 2.3), що призводить до поступової деградації наукового потенціалу.



Рис. 2. Динаміка чисельності працівників наукових організацій України, тис. осіб

Така динаміка скорочення чисельності працівників наукових організацій - це слідство скорочення рівня бюджетного фінансування науки. В Україні він залишається вкрай низьким, і хоча в останні роки має позитивну динаміку у поточних цінах, але з урахуванням індексу інфляції обсяг витрат загального фонду державного бюджету ( загальний фонд) на ДіР у 2020 р. становив лише близько 65 % від рівня 2013 р. (рис. 3) [2].



Джерело: побудовано за даними головних розпорядників бюджетних коштів

Рис. 3. Динаміка бюджетного фінансування ДіР в Україні, млн грн

Аналіз динаміки створення науково-технічної продукції протягом 2016–2020 рр. свідчить про збереження тенденції щодо створення за рахунок загального фонду значно більшої частки НТП – близько 70 % (у 2020 р. – 75,4 %). При цьому практично незмінною залишається структура основних видів НТП ("Види виробів", "Технології", "Матеріали" становлять 2,5-5 % у загальній кількості створеної НТП, "Методи, теорії" – понад 16 %, "Сорти рослин та породи тварин" – понад 1,5 %) (рис. 4).

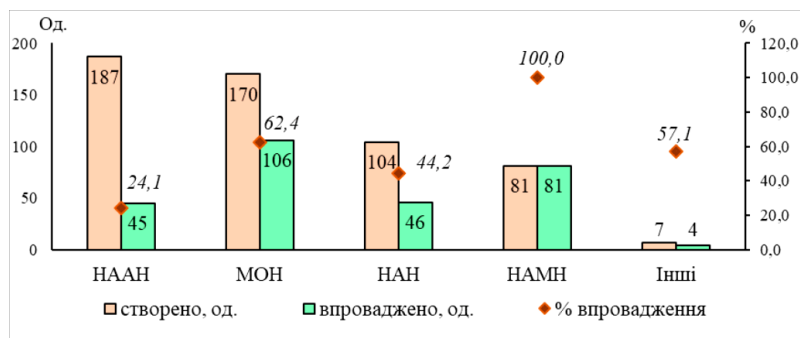
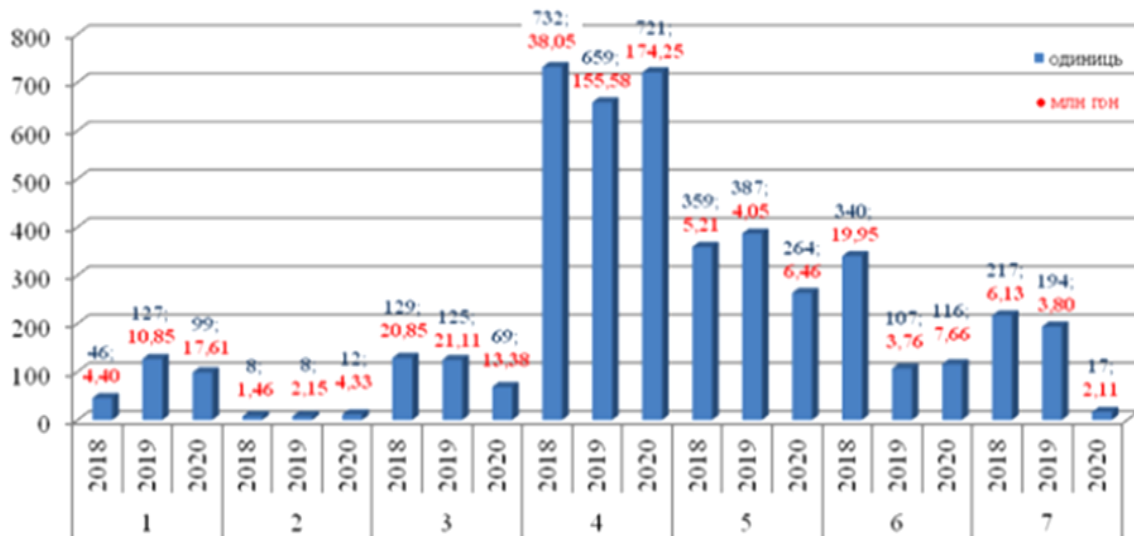


Рис. 4. Стан створення і впровадження НТП за результатами ДіР бюджетного фінансування, од.

Як видно з рис. 4, рівень впровадження НТП у середньому становить близько 55 %. Такий стан свідчить про те, що перш ніж приймати рішення щодо впровадження концепції технологічного реінжинірингу, слід звернути увагу на привабливість і ефективність інноваційного середовища та створити механізми забезпечення ефективного управління програмою технологічного реінжинірингу на законодавчому рівні. Цей висновок підтверджується статистикою щодо передавання технологій за стратегічними пріоритетами (рис.5).



**Стратегічні пріоритети:**

- 1 - освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії;
- 2 - освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіаї суднобудування, озброєння та військової техніки;
- 3 - освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій;
- 4 - технологічне оновлення та розвиток агропромислового комплексу;
- 5 - впровадження нових технологій та обладнання для якісного медичного обслуговування, лікування, фармацевтики;
- 6 - широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища;
- 7 - розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки.

Джерело: побудовано за даними головних розпорядників бюджетних коштів

Рис.5. Динаміка передання технологій за стратегічними пріоритетами за кількістю переданих технологій і отриманими доходами, од., млн грн

У 2020 р. передання технологій здійснено за всіма 7-ма стратегічними пріоритетами, з яких найбільшу кількість технологій (55,6 %) передано за стратегічним пріоритетом 4 (АПК), відповідно за цим пріоритетом отримано найбільшу частку надходжень (77,2 %), як і у попередні 2 роки.

Турбує стан передання технологій за першим та другим стратегічними пріоритетами тому що це реальний сектор економіки, від якого залежить конкурентоспроможність країни та який потребує реінжинірингу в першу чергу.

Концепція технологічного реінжинірингу в умовах кластеризації національної економіки спирається на підприємства високотехнологічного сектору, який разом із середньовисокотехнологічним сектором у світі у 2018 р. додав до світового ВВП 11,1 %, у т. ч. високотехнологічний – 4,0 %. Зокрема, високотехнологічний сектор генерує від 0,05 % ВВП (Панама) до 13,8 % (Тайвань). У країнах ОЕСР найвищі значення цього показника досягнуто в Ірландії (11,1 %) та Швейцарії (7,4 %). В країнах ЄС наукоємний

сектор виробів у 2018 р. 11,0 % ВВП, ця частка тримається приблизно на одному рівні останні 15 років. Наукоємний сектор в Україні генерує ВВП на рівні найбільш відсталих у світі країн через занадто малу кількість ВЕД, що відповідають критеріям високої технологічності. У той же час, частка його ВДВ у випуску продукції є найбільшою серед інших технологічних секторів. Це свідчить про те, що наука виробляє високотехнологічну і конкурентоспроможну продукцію. У світі частка експорту наукоємного сектору становила у 2019 р. 11,0 %, в країнах ЄС – 17,9 %<sup>11</sup> загального обсягу експорту товарів і послуг із найбільшим значенням в Ірландії (34,7%), найнижчим – у Португалії (4,0 %). В Україні найвищі частки експорту продукції у загальному обсязі експорту товарів і послуг у 2019 р. були у низькотехнологічному секторі (рис.6) із зростанням цієї частки через зростання обсягів експорту таких ВЕД: "Сільське господарство, мисливство та надання пов'язаних із ними послуг, лісове господарство та лісозаготівлі, рибне господарство", "Добувна промисловість і розроблення кар'єрів", "Комп'ютерне програмування, консультування та пов'язана з ними діяльність", "Професійна, наукова та технічна діяльність». Перші два ВЕД експортують сировину та товари низького ступеню перероблення. Два інших ВЕД поставляють на експорт високотехнологічні послуги, однак їх частки порівняно з частками металургії та сільського господарства менші (8,7 % останні два ВЕД у 2019 р. разом та 36,2 % перші два ВЕД) (рис.6) [2].

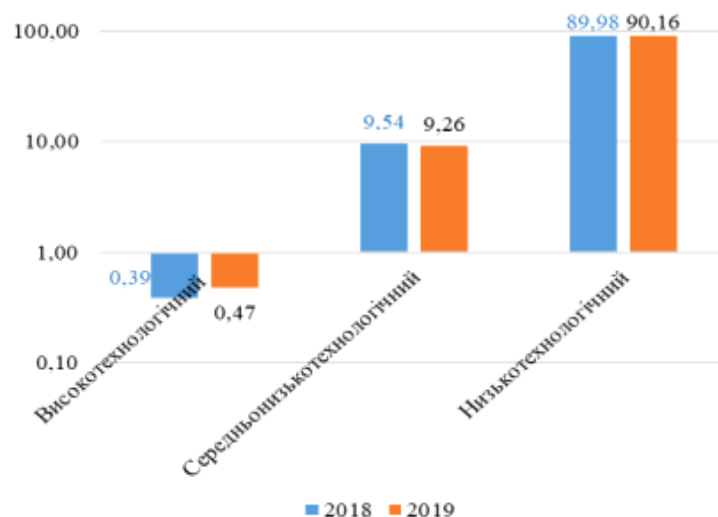


Рис. 6. Частка експорту товарів і послуг за технологічними секторами у 2018–2019 рр. у загальному обсязі експорту товарів і послуг в Україні, %

Експорт в Україні забезпечується переважно сировинними товарами та товарами низького ступеню переробки. Негативні тенденції високотехнологічного сектору щодо зниження частки ВДВ у випуску продукції та ВВП створили передумови разом з ковідною кризою для

зниження впливу наукової та інноваційної діяльності на економіку України у 2020 р. – темпи змін СФП стали від’ємними. Економіка України практично вся знаходиться на низькотехнологічному рівні за світовими критеріями через незначні і спадні обсяги фінансування науки. Як результат, основою ВВП є низькотехнологічні ВЕД – із оптової і роздрібною торгівлі, сільського господарства, операцій із нерухомим майном, транспорту, складського господарства, добувної промисловості. Виробництво високотехнологічної продукції зростає за рахунок послуг, але їхня загальна частка у ВДВ України становить менше 10 %.

Наведена вище аналітика свідчить про те, що для виходу економіки країни на шлях сталого розвитку потрібні нетрадиційні, але перевірені досвідом провідних країн шляхи. Один із таких - кластеризація. Кластерний підхід до регіонального промислового розвитку почав формуватись наприкінці 90-х років минулого століття в ЄС. Кластери різних спрямованостей представляли собою «накопичення» підприємств і фірм, які визнали, що близьке географічне розташування одне від одного дає можливість економити на витратах при транспортуванні ресурсів та комплектуючих для створення кінцевого продукту. З часом з’ясувалося, що стратегічну вигоду створює також безпосередня близькість закладів науки, що здійснюють наукові розробки. Таким чином, було виявлено ключові принципи кластерного підходу - тісна взаємодія виробничих фірм та наукового середовища. Це співробітництво було доповнено взаємодією з місцевими органами державної влади, які побачили у кластерному підході можливість отримати суттєву підтримку у здійсненні програм регіонального соціально-економічного розвитку. Кластерна концепція об’єднання наукового, виробничого і інфраструктурного потенціалів підтримана в моделях регіональної інноваційної політики як найбільш доступна і легка в здійсненні. Інституціоналісти підтримують її з позицій того, що в таких моделях спрощується обмін знаннями, матеріальними ресурсами, кваліфікованим трудом. Діє фактор спеціалізації постачальників та оптимізації інфраструктури. Вивільнюється інтелектуальний ресурс для інноваційної діяльності та з’являється економічний ефект синергії при відлагодженості взаємодії між учасниками-ефект зв’язку у якості управління. Якщо ж формувати реальний механізм забезпечення інноваційного процесу, то більш продуктивною, на думку автора, є позиція "інноваційно-інвестиційної спроможності" самих регіонів. Регіон, поєднуючи інноваційну стратегію з інноваційною діяльністю сприяє активації економічного процесу, перетворюючи його в інноваційне виробництво : проектування, інвестиційне забезпечення, створення оргсистем кластерного типу, вихід на ринки та розвиток ринків - це "робочий шлях" економічного зростання.

В процесі взаємодії в регіоні виникають проблеми, відповідальність за вирішення яких несуть певні інститути, в тому числі бізнес. Кластер з його

системою зв'язків має спрямованість на створення систем машин, що відповідає потребам ринку. Основу кластеру складають підприємства – ядра із сучасною технологічною базою і науково-виробничим потенціалом, що здатні створити фундамент для сталого розвитку. Завданням кластера у сфері економічної політики є використання, управління і утримання конкурентних переваг на ринку. Для сучасних кластерів наукоємного виробництва таке завдання виконати можна якщо акцентувати увагу не тільки на ресурсному забезпеченні, але й на різних (декількох) детермінантах ринкової затребуваності, що формуються на різновидах ринкової діяльності. В кластері мають бути поєднані проривні наукові напрями, кожний з яких має свій «ресурс переваги» (новизни, якості, затребуваності). Ефект кластеру в розвитку регіону може підтвердитися характером соціально-економічних змін: зріст зайнятості і заробітної плати в результаті успішної діяльності; розвиток підприємницьких структур малого та середнього бізнесу; поповнення місцевого бюджету; приток інвестицій в регіон.

У склад регіональних кластерів включають галузі, комплексні промислові кластери, окремі компанії, що пов'язані використанням загальних технологій, університети, дослідницькі інститути та виробничі системи, тощо. Конкурентними перевагами таких кластерів є соціальний капітал та географічна близькість, а також історичні передумови розвитку регіонів. Для промислових та інжинірингових кластерів характерна технологічна спрямованість. Промисловий кластер представляє собою функціональне угруповання компаній, які не детерміновані строго територіальними межами певних регіонів. Він може розташовуватись в окремому регіоні, і може охоплювати ряд регіонів і навіть країн. До них відносять міжгалузеві комплекси та полюси зросту, від яких кластери відрізняються високим рівнем інноваційної активності та гнучкістю спеціалізації, отримуючи вигоди із спільного ринку праці. На етапі відродження економіки, а саме такий етап переживає промисловість України, такі кластери потребують цілеспрямованої підтримки держави.

Внаслідок посилення впливу теорій і практики інноваційного розвитку та економічного зростання в кластерній концепції наприкінці ХХ сторіччя з'явився термін «інноваційний кластер». Його поява була обумовлена розвитком теорії національної інноваційної системи. Між інститутами, що утворюють інноваційний кластер, встановлюються двосторонні зв'язки, засновані на принципах виробничо-технологічної кооперації та державно-приватного партнерства. Із появою нових інститутів інноваційного розвитку та ускладненням господарських задач ці зв'язки зазнали суттєвих змін. Перш за все, вони, обумовлені змінами у економічному середовищі внаслідок коронавірусної інфекції та військових дій на території України. Трансформаційні процеси у інституційному середовищі створюють нові фактори впливу, що потребує коригування методологічних засад взаємодії суб'єктів ринкових відносин.

Концепція інжинірингових кластерів з'явилась в останні роки та ще не прийнята ринковим середовищем, але є декларації провідних виробників щодо їх сутності та напрямів діяльності, що дає підстави враховувати їх особистості при формуванні концепції. Головна ідея таких кластерів в об'єднанні ведучих, високотехнологічних компаній регіону, їх навичок, опиту, потужностей і технологій з метою здійснення ефективної кооперації у здійсненні інжинірингових проектів та надання повного комплексу високопрофесійних послуг під єдиним технологічним та організаційним керівництвом. Таке призначення інжинірингових кластерів має важливе значення для подальшого формування ідеології нової кластерної концепції, яка спрямована на вирішення задач розвитку коопераційних зв'язків. В цьому зв'язку інжиніринговий кластер споріднено з «розвиваючим кластером», тобто він є інститутом розвитку. Аналіз різних концепцій кластерів дозволив дійти до висновку, що кожний із них окремо вирішує певне коло проблем, але не забезпечує комплексного підходу щодо вирішення задач, які актуальні для економіки України. Логічним постає висновок про можливість поєднання переваг, що характерні для кожного із типів кластерів, в одній інтегрованій структурі. Такою структурою у нашому дослідженні пропонується Регіональний Міжгалузевий інноваційно-інжиніринговий промисловий кластер (МІПК), складові Концепції якого зображено на рис. 7.



Рис. 7. Складові авторської Концепції Міжрегіонального інноваційно-інжинірингового кластеру (МІПК)

Слабкі зв'язки, відсутність об'єднуючої ідеї та обмеженість фінансових ресурсів стримують сьогодні інноваційний процес. Тому принциповим підходом до формування концепції кластеру нового типу є побудова механізмів, що здатні об'єднати усі інститути та бізнес-формування навколо спільної ідеї. МППК є логічною реакцією на об'єктивне існування у складі інноваційних систем нових інструментів активізації інноваційного розвитку, які пройшли успішну апробацію у різних економіках, але не знайшли свого місця у вітчизняній практиці. Створення МППК є логічним розвитком еволюції кластерної теорії. Концепція формування МППК представляє собою перспективне бачення основ кластерної політики у виробничій сфері, містить вихідні принципи і методологічні засади її побудови і функціонування, визначає цілі, задачі, пріоритети інноваційного розвитку економіки, напрямки та засоби їх реалізації. Основні методологічні принципи їх формування викладені нижче.

Складові концепції визначено на основі розуміння важливої місії національних інноваційних кластерів у економіці країни із урахуванням підходів Національної Академії наук України, Міністерства економіки та Державного агентства України по інвестиціям та інноваціям.

Міжгалузевий Інноваційно-інжиніринговий промисловий кластер представлений в авторській концепції як нова модель просторового розвитку української економіки. В рамках такої моделі активується створення відповідних інжинірингових компаній, спільних технологічних платформ, розгалуженої мережі трансферу технологій, сучасної освіти, системи інтеративного планування стратегічного розвитку та новітньої моделі формування НІС – моделі потрійної спіралі. Модель має принципову відмінність від інших моделей щодо структури та механізмів взаємодії її окремих елементів. Головна ціль створення МППК полягає у формуванні цілісної регіональної соціально-економічної системи, в економічному просторі якої здійснюється формування зв'язків різного типу, в тому числі коопераційних зв'язків на основі концепції технологічного реінжинірингу [2].

Створення мехатронних модулів у станкобудуванні принципово змінює погляд на конструювання, створює системний рівень, що враховує складні взаємозв'язки між проектуванням, виробництвом, складанням, налагодженням, експлуатацією, ремонтом і утилізацією металообробних верстатів [3]. Для таких виробів, завдяки технічному обслуговуванню термін їх життя може бути подовжений. Зацікавленість регіонів у блочно-модульному принципі побудови виробництва на підприємствах кластеру відкриває нові можливості як відродження діючих підприємств, та і приведення у робочий стан малого і



середнього бізнесу. Такий підхід дозволяє реактивувати остаточну вартість виробів на різних ступенях та встановити для повторного або багаторазового використання на основі високо розвинутих промислових технологій. Вторинне використання виробів - це зростаюча промислова область. *Девиробництво індустріалізується*, виникають нові виробництва із новітніми технологіями для демонтажу відтворення споживчих якостей виробу або для підготовки сировини [3]. За умови підтримки регіональною владою цього напряму існуючі машинобудівні підприємства можуть перетворитись у сучасні, та за рахунок значно нижчої вартості порівняно із новими виробами розвинути малий та середній бізнес на основі використання подвійних технологій підприємств військово-промислового комплексу на принципах, характерних для технологічного реінжинірингу. Створення мехатронних вузлів на підприємствах МППК забезпечує принципово новий концептуальний підхід до побудови регіональних виробничих систем із принципово новими характеристиками. Машинобудування матеріалізує інновації у вигляді машин, обладнання, приборів та технологічних процесів. Його особиста роль полягає в тому, що воно виступає як утворюючий комплекс, що формує активну частину основних виробничих фондів практично в усіх галузях народного господарства, утримує виробничо – технічний потенціал на потрібному рівні та закладає тим самим основу для переходу до нового технологічного укладу. Теперішній стан машинобудівного комплексу не дозволяє вирішувати цю проблему, тому першочерговою стоїть задача розробки механізмів його корінних перетворень.

Ще одна особливість МППК полягає у тому, що ядрами кластеру визначено високотехнологічні промислові підприємства військово-промислового комплексу, які на основі технологічного реінжинірингу сприяють розвитку міжгалузевої кооперації, що посилює синергетичний ефект. Навколо ключових підприємств, особливо в галузях ВПК, формуються структурні утворення завдяки передачі подвійних технологій та створенню підприємств девиробництва. Кластерна стратегія передбачає побудову не тільки горизонтального виміру кластеру, а і вертикального, що означає географічний розподіл праці і співробітництво учасників у рамках кластеру [4]. Тобто підприємства різних стадій виробничого процесу будуть доповнювати одне одного та для кожного учасника співробітництва бути важливим фактором виробництва. Кластерна взаємодія побудована на принципах протилежності локальної кооперації та конкуренції. Таке можливо за умови відсутності регіонального протекціонізму і різних преференцій для державних підприємств. Створення рівних умов для всіх суб'єктів господарської діяльності регіону дасть можливість сформувати ринок

досконалої конкуренції та забезпечити сталість цілісної регіональної соціально-економічної системи [5,6].

Міжгалузевий Регіональний інноваційно-інжиніринговий промисловий кластер включає в себе організації регіональної інноваційної системи, яка може обслуговувати декілька кластерів. Разом із тим, він включає в себе більшу кількість ланцюжків цінності, ніж регіональна інноваційна система. Ці додаткові ланцюжки цінностей створює колаборація бізнесу, науки і влади, спрямована на соціальний розвиток регіону. Суттєвою перевагою МППК є можливість системного забезпечення широкої кооперації приватного інвестиційного бізнесу із малими підприємствами, що додають гнучкості усьому технологічному ланцюгу.

#### Список використаної літератури:

1. Антонюк Л. Л. Інновації: теорія, механізм розробки та комерціалізації: Монографія / Л. Л. Антонюк, А. М. Поручник, В. С. Савчук. – Київ: КНЕУ, 2003. – 394 с.
2. Стан науково-інноваційної діяльності в Україні у 2020 році: науково-аналітична записка / Т. В. Писаренко, Т. К. Куранда, Т. К. Кваша та ін. – К.: УкрІНТЕІ, 2021. – 39 с. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/nauka/2021/06/23/AZ.nauka.innovatsiyi.2020-29.06.2021.pdf>
3. Подураев Ю. В., Кулешов В. С. Принципы построения и современные тенденции развития мехатронных систем // Мехатроника. – 2000. – №1. – С. 5-10.
4. Мехович С. А. Формування регіональних міжгалузевих зв'язків на основі концепції технологічного реінжинірингу: монографія. – Х.: "Щедра садиба плюс", 2017. – С. 352.
5. Фадеев В. А. Синтез технологических систем механической обработки. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2007. – 192 с.
6. Весткемпер Э. Введение в организацию производства : учеб. пособие / Э. Весткемпер, М. Декер, А. И. Грабченко и др.: пер. с нем.: под общей ред. А. И. Грабченко. – Харьков: НТУ «ХПИ». 2008. – 376 с.

#### References:

1. Antoniuk L. L., Poruchnyk A. M., Savchuk V. S. Innovatsii: teoriia, mekhanizm rozrobky ta komertsializatsii: Monohrafiia. Kyiv. KNEU, 2003. 394 s.
2. Stan naukovo-innovatsiinoi diialnosti v Ukraini u 2020 rotsi: naukovo-analitychna zapyska / T. V. Pysarenko, T. K. Kuranda, T. K. Kvascha ta in. K. UkrINTEI, 2021. 39 s. Available at: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/nauka/2021/06/23/AZ.nauka.innovatsiyi.2020-29.06.2021.pdf>
3. Poduraev Yu. V., Kuleshov V. S. Prynysy pi postroyeniya y sovremennie tendentsyy razvytyia mekhatronnikh ststem. Mekhatronyka. 2000. №1. p. 5-10.
4. Mekhovych S. A. Formuvannia rehionalnykh mizhhaluzevykh zviazkiv na osnovi kontseptsii tekhnoloh ichnoho reinzhynirynhu: monohrafiia. Kh. "Shchedra sadyba plus". 2017. p. 352.
5. Fadeev V. A. Syntez tekhnolohycheskykh system mekhanycheskoi obrabotky. Kharkov. NTU "KhPI", 2007. 192 s.
6. Vestkemper E. Vvedeniye v orhanyzatsiyu proyzvodstva : ucheb. posobyie: per. s nem.: pod obshchei red. A. Y. Hrabchenko. Kharkov. NTU «KhPI». 2008. 376 p.

Надійшла до редакції 27.04.2022р.

# Війна та Мир ХХІ століття: ЛЮДИ, ПОДІЇ, ФАКТИ

В ПАМ'ЯТЬ ЗАГИБЛИХ У ВІЙНІ З РОСІЄЮ,  
З МЕТОЮ ВІДРОДЖЕННЯ ЗНИЩЕНИХ НЕЮ  
РЕГІОНАЛЬНИХ ГРОМАД І  
ПІДТРИМКИ ВИМУШЕНИХ ПЕРЕСЕЛЕНЦІВ,

*Асоціація вчених за інноваційний розвиток України,  
Асоціація військових вчених – учасників Бойових Дій,  
Інститут Системного Аналізу і Прикладних  
Регіональних Проєктів,  
Агентство Міждисциплінарних Технологій (АМТ)*

пропонують принципово новий підхід до розвитку регіональних громад як інформаційно, енергетично, продовольчо, фінансово і соціально СамоДостатніх у гармонії з Природою у Проєкті

**«Організаційні дії і нові  
енергоефективні технології для  
зразкового відродження регіональних  
громад»**

**Іванько Олександр Олександрович**, д.т.н., професор, Академік міжнародної академії екології; Президент Асоціації військових вчених – учасників бойових дій (АВВ-БД), винахідник, вчений-агроном; Тел., Viber, WhatsApp: +38(067)2330824; E-mail: ivanko.kvirtu@gmail.com

## КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНОГО ТЕХНОАГРОГОСПОДАРСТВА

### • Мета створення:

1. Використання вітчизняних аграрних, біологічних та енергетичних розробок для створення нового замкнутого середовища вирощування екологічного та біологічно активного оздоровчого харчування рослинного і тваринного походження в будь-яких екологічних та кліматичних умовах з критеріями оцінки:

- собівартість продукції від 10 разів нижча за існуючу тепличну;
- якість – принципово нова;
- період вегетації нижче звичайного і регулюємий (*що важливо*) та ін.

2. Постійне навчання кадрів та постійна розробка нових екстремальних агротехнологій з критеріями: - максимальні врожаї і висока біологічна якість продукції.

3. Демонстрація можливостей нового середовища вирощування у зовнішньому укритому та підігрівному від теплиці ґрунті.

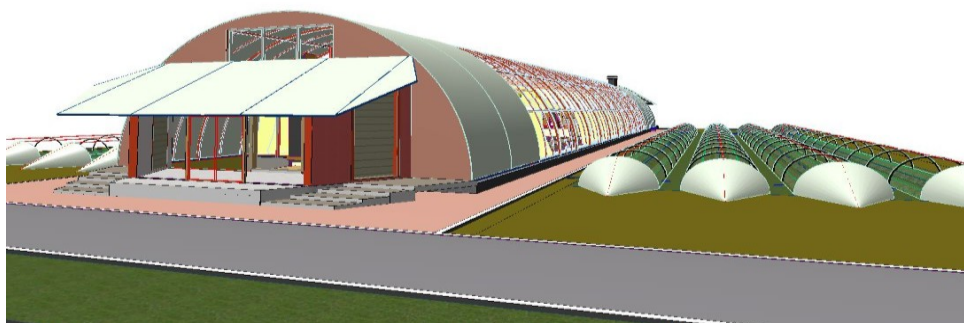
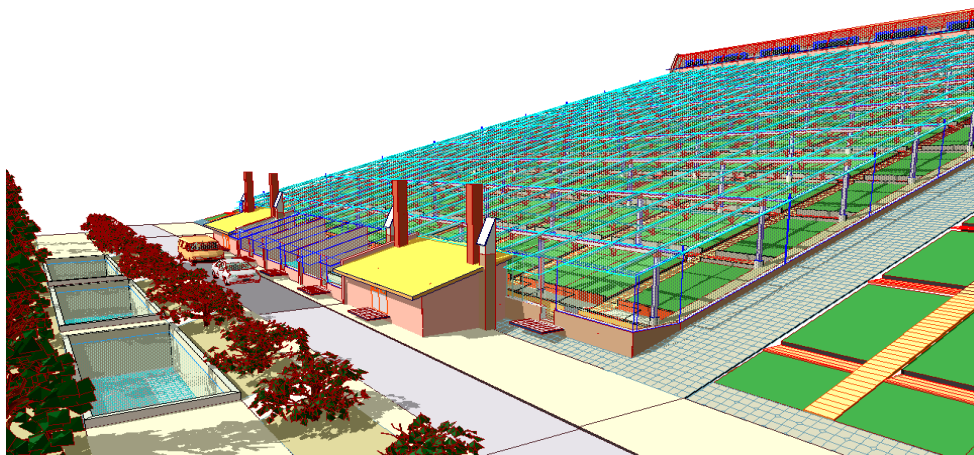
4. Використання українських аграрних, біологічних та енергетичних розробок для створення нового замкнутого середовища вирощування різного оздоровчого харчування рослинного і тваринного походження за будь-яких екологічних та кліматичних умовах з критеріями оцінки:

- собівартість продукції нижча за існуючу тепличну в рази;
- якість – принципово нова;
- період вегетації нижче від звичайного від 0,5 до 1,5 міс. та ін.

2. Навчання кадрів і постійна розробка нових екстремальних агротехнологій з критеріїв: - максимальні врожаї і висока біологічна якість продукції.

3. Демонстрація нових можливостей середовища вирощування у зовнішньому від теплиці укритому і геліопідігрівному ґрунті.

## • Особливість створюємого Господарства



Базовими спорудами господарства є різні теплиці, які споруджуються на будь-якій місцевості

### **ЕнергоНезалежне ТехноАгроГосподарство**

для розвитку, впроваджень та навчання регіональних команд новим аграрним і енергетичним технологіям закритого і укритного з підігрівом ґрунту

### **Задум Проекту**

Створити багатофункціональне енергонезалежне навчально-показове та впроваджувальне ТехноАгроГосподарство цілорічного вирощування дешевих ЕкоЧистих продуктів рослинного і тваринного походження.

Місце розташування Господарства – на вибраній території київської області. З урахуванням оптимізації витрат на будівництво, обслуговування, використання наукоємних столичних кадрів, організації відвідувань, виставок, навчання і збуту продукції.

**Організатори виконання Проекту:**

- 1) Задум, організація навчання та проектування – Іванько Олександр (тел. +38-067-233-08-24);
- 2) Правове, фінансове супроводження і постачання – Косенко Леся, Постна Валентина (тел. +38-098-052-99-78);
- 3) Економічний супровід та Екстремальні Технології – Тарас Юрій (тел. +38-067-406-70-09);
- 4) Проектування, будівництво, експлуатація, розвиток Господарства – Єременко Олександр (тел. +38-067-504-16-59).

**• Базові об'єкти ТехноАгроГосподарства:**

Всі споруди нового типу	Кількість	Площа одного	Призначення	Вартість (тис. грн або \$)
1. Нові арочні сімейні теплиці	3	Від 300 кв.м	«Виноград-Геліо», «Овочі-Геліо», «Ягоди-Геліо»	750 x 3 = 2.250
2. Технологічні приміщення для них	1	30 кв.м		
3. Малі сімейні теплиці	2	80 кв.м	Для сімей персоналу	600
4. Технологічні приміщення для них	1	30 кв.м		
5. Модернізовані типові плівкові теплиці	2	50 кв.м	Демонстрація принципово нових можливостей	40
6. Траншейна арочна теплиця + технологічне приміщення	1	300 кв.м + 25 кв.м	«Улітки-Геліо»	700
7. ГеліоТеплиця нового типу + генерація 150 кВт електроенергії	1	0,25 га	«Електро-Теплиця» (особливе рішення)	\$900 тис
8. Модернізована ЄвроТеплиця +	1	Від 1 га	Європейська типова	\$750 тис
9. Технологічні приміщення (на 3-х рівнях)	1			
10. Будиночки для персоналу +	3	По 45 кв.м	Для початкового проживання сім'ї	\$20 тис
11. Комора сімейна	3	По 25 кв.м.		
12. Модернізовані грядки В.Розума	3	1 га	Укривні з ГеліоПідігрівом	80
13. Пункт охорони і нагляду	1	12 кв.м	З апаратурою	200
14. Огородження ЕКОСтандарт	1	Периметр	З цінним виноградом	100
15. ГеліоКемпінг (окрема територія)	1	100 кв.м	Збут і обслуговування	900
16. Бесідки-гриль (окрема територія)	2	15 кв.м	Відпочинок	40
17. Технологічне приміщення	3	150 кв.м.	Інженерний Центр	620
18. Водойми рибні з геліопідігрівом	2	30 кв.м.	З цінною рибою	35
<b>Всього навчальних об'єктів</b>	<b>27</b>		<b>Всього вартість</b>	<b>5.620 млн грн. + \$1.670 тис.</b>
			<b>+ Резерв коштів</b>	<b>+ 15 %</b>

## Окупність об'єктів і технологій ТехноАгроГосподарства, патентопридатність

Введення в дію основних тепличних та допоміжних споруд до **1,5 року**.

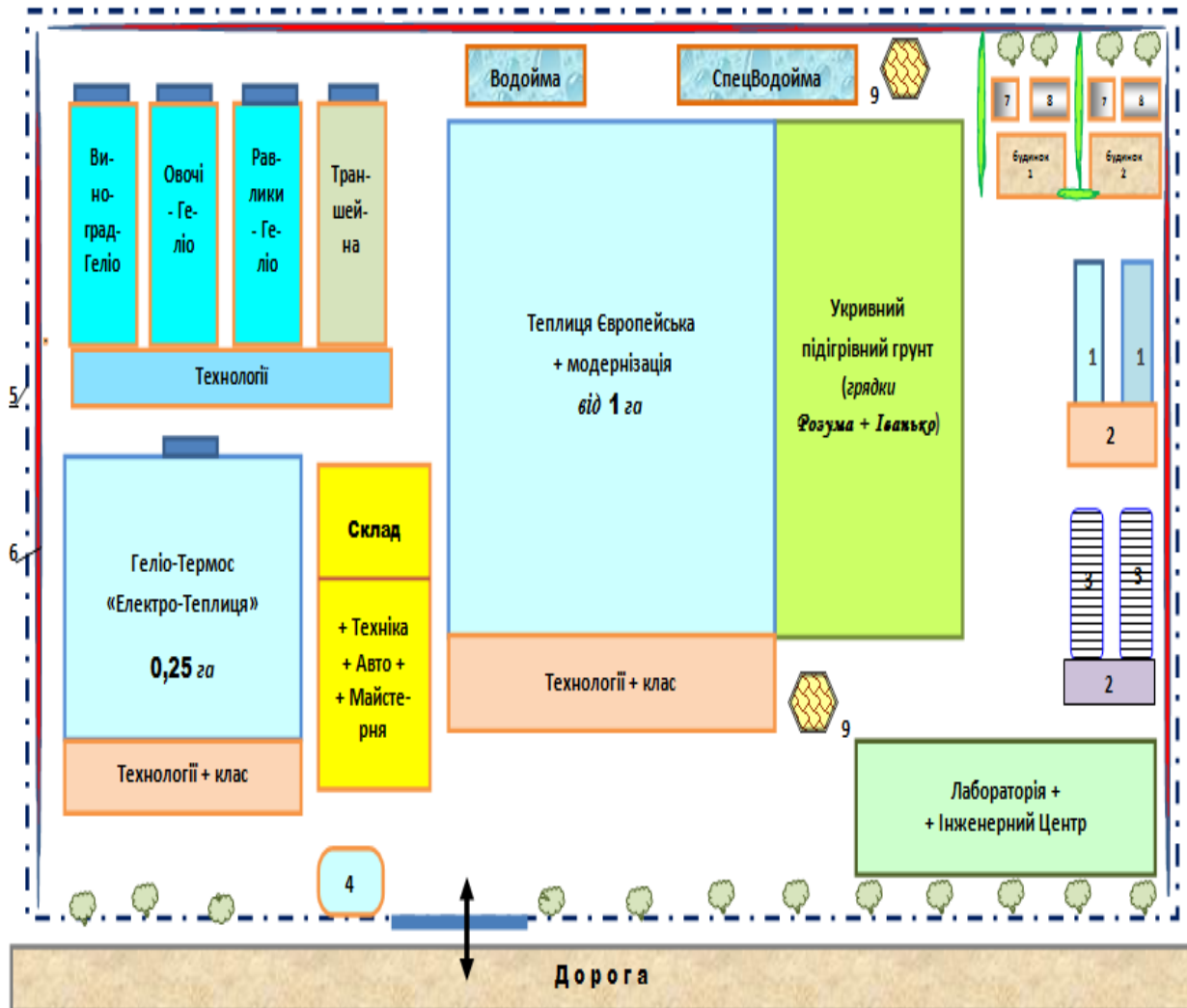
Окупність тепличних споруд до **2 років**. Вона забезпечується:

- Теплоносії необхідні лише взимку, але з їхньою економією від 85%;
- Економія електроенергії на освітлення рослин в 2...400 разів;
- Економія води на полив до 80%;
- Зменшення періоду вегетації на 0,5...1,5 міс.;
- Збільшення періодів вирощування від 3-х разів на рік;
- Зменшення трудовитрат у 3...5 разів;
- Збільшення врожаїв від 10 разів;
- Якість продукції:
  - екологічно чиста з **прибутковістю** – від 1.500%;
  - потім біологічно активна з **прибутковістю** - від 12.000%

Для досягнення цих принципово нових параметрів тепличних споруд впроваджуються наші наступні **технологічні** рішення?

- Відмова від фрамуг та повна герметизація теплиць;
- Для рослин лише якісний спецГРУНТ;
- Повітропроводи у ґрунті в зоні коріння;
- До 8 місяців залишки тепла теплиць використовуються на підігрів зовнішнього ґрунту (*модер-нізовані грядки В. Розуму*)
- Додаткова теплозберігаюча ПХВ плівка
- Плівка для регулювання енергетичних та ОПТИЧНИХ можливостей теплиці
- утеплений фундамент з обвалуванням заввишки 0,5 м
- Імпульсне спецосвітлення рослин

## Варіант Плану енергонезалежного навчально-товарного ТехноАгроГосподарства



- Тут:
- 1 – Мала сімейна теплиця;
  - 2 – технологічні приміщення;
  - 3 - Модернізовані плівкові теплиці;
  - 4 - Служба охорони, допуску та спостереження;
  - 5 – огорожа;
  - 6 – СпецВиноград на огорожі;
  - 7 - Гостьовий будиночок;
  - 8 - Сімейна родова Комора;
  - 9 - Альтанки-Гриль

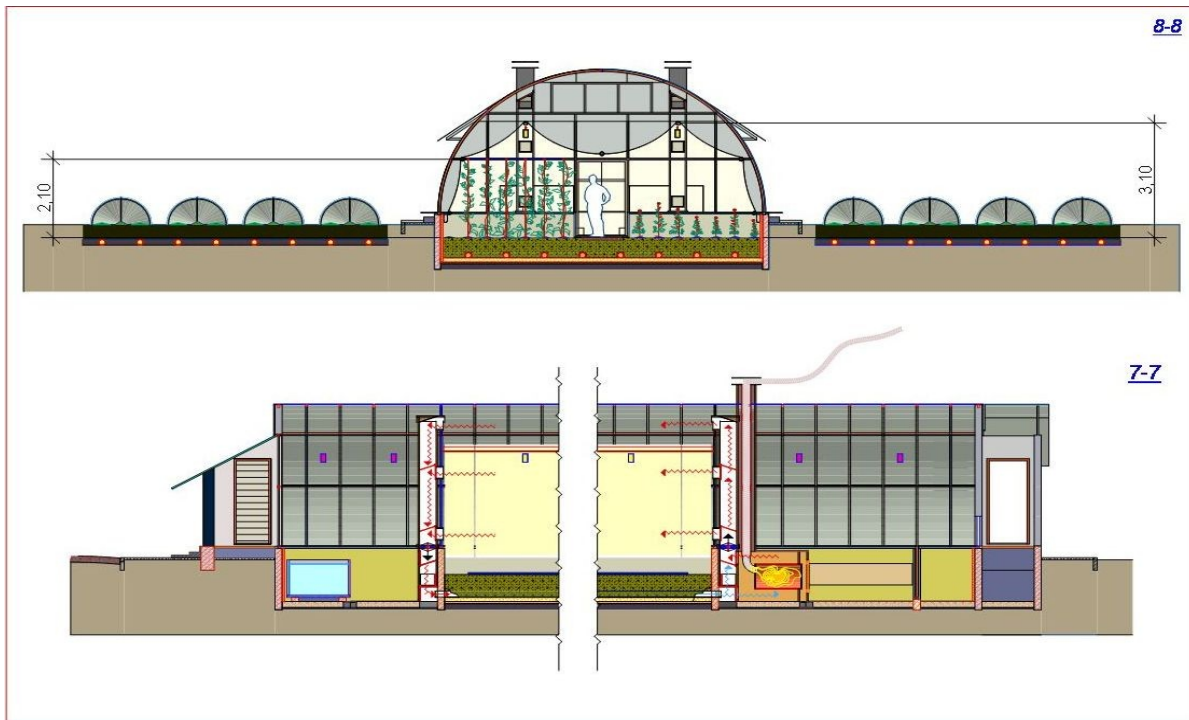


## Ілюстрації до проекту ТехноАгроГосподарства

Це ЕнергоЗберігаючі будиночки для початкового проживання.

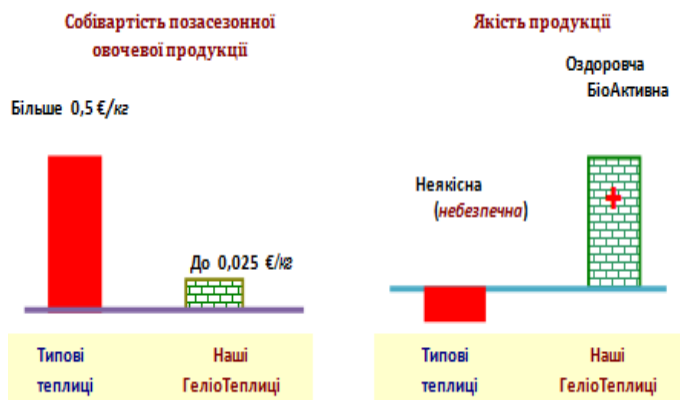
На другому етапі вони – гостьові будиночки.





Наша сімейна ЕнергоЗберігаюча товарна ГеліоТеплиця із зовнішнім ГеліоПідігрівним від неї ґрунтом

Порівняння продукції звичайних гідропонних теплиць та ГеліоТеплиць з нашим БіоЗемлеробством



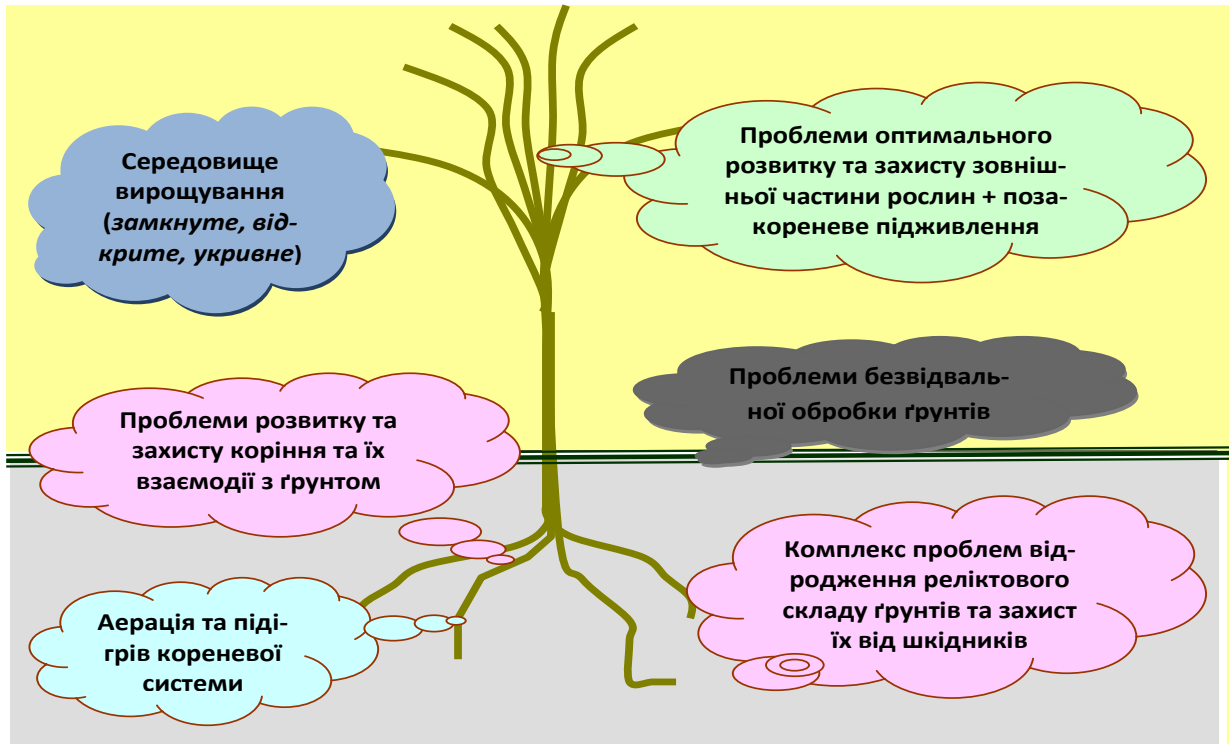
Біологічно Активні Продукти - це природні джерела мікроелементів, амінокислот, вітамінів та ін.

Відсутність цих складових веде до революцій, пасивності, агресивності, загибелі етносів. Мікроелементні складові наших чорноземів зникають, заміщуються брудом та хімічними елементами.

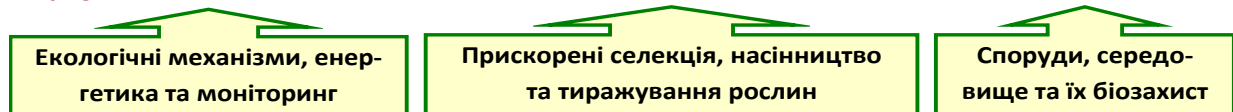
Ми відновили реліктовий вміст ґрунту – основи біоактивних продуктів для повсякденного харчування. Це фізична основа відродження етносу та подовження здорового і активного життя людей до 140...165 років.



## Наше системне «ЕкоБіоЗемлеробство»



А також:



Таким комплексом проблем займається наш міждисциплінарний колектив.

Наша Мета – об'єднати вчених, які займаються «ЕкоБіоЗемлеробством Закритого та зовнішнього підігрівного ґрунту» – ключовою проблемою фізичного виживання народу та системної безпеки в епоху **кліматичних та економічних катаклізмів**.

### ВАРІАНТ промислової ЄвроТеплиці площею 1...4 га для її повної модернізації

Це базова сучасна, але дешева європейська теплиця.



Ціна 4,176 га с ПДВ- 1.348 млн Євро

Ціна 1 м<sup>2</sup> - 33 Євро

• **В початкову вартість входять:**

- Закупівля блокового комплексу теплиці, металева і конструкція.
- Плівка, елементи фіксації плівки. Система вентиляції.
- Мотор-редуктори, електроніка Система затінення.
- Штори затінюючі, енергозберігаючі. Доставка. Монтаж.

• **Наша модернізація цієї чи будь-якої іншої теплиці**

Існуючі проблеми	Наші авторські рішення
• температурний режим;	— Покриття зашторювання спецплівкою
• полив рослин;	— На 80% конденсатом у повітроводах у ґрунті
• роса на огорожі;	— Конденсація вологи у повітроводах
• підживлення рослин постійне;	— На 70% азот та фосфор у росі повітроводів;
• захист рослин;	— Крапельний полив + Ефективні мікроби
• аерація коренів;	— Засоби біозахисту від Міжнародної Академії Екології
• подача CO <sub>2</sub>	— Перфорація повітроводів у ґрунті;
• боротьба з перегрівом;	— Пухкий біомінеральний ґрунт
• екстрене нагрівання середовища;	— Повна герметизація теплиці без фрамуг
• збереження тепла;	— Покриття зашторювання спецплівкою
• позакореневе підживлення	— Авторська система
• економне освітлення	— Імпульсне освітлення

**Кінцева продукція** - дешеві ЕкоЧисті Продукти в умовах будь-яких забруднених територій та будь-якому кліматі.

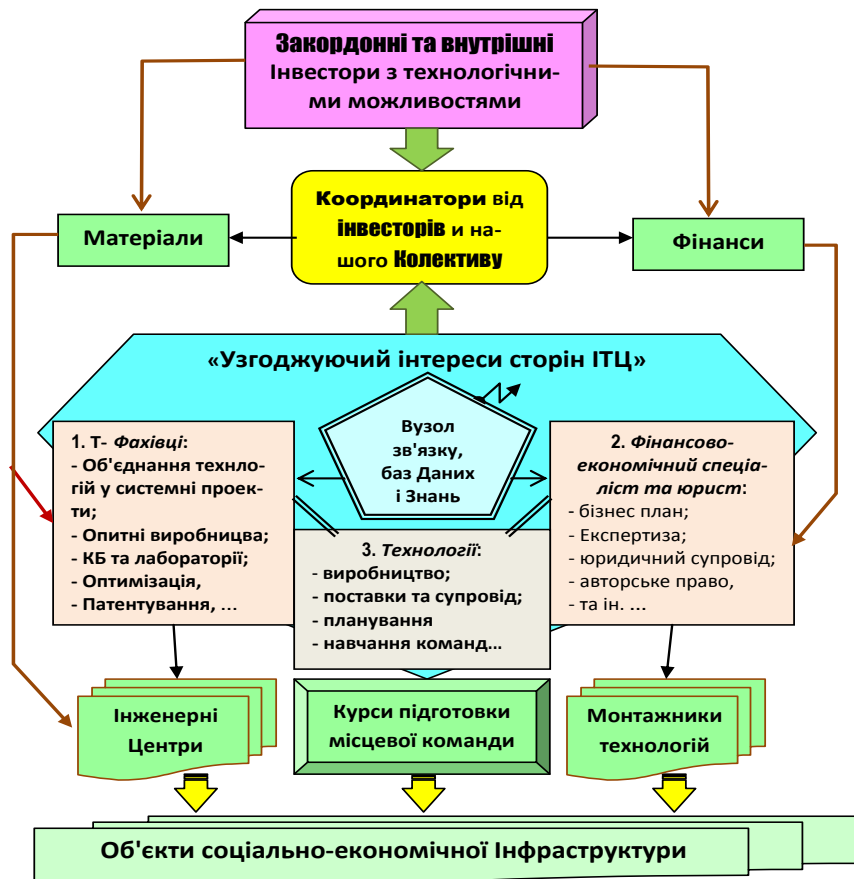
**• Інформаційно-Технологічний Центр (ІТЦ), як Механізм розробки та створення самодостатнього довкілля**

Графічно - це узгоджуючий шестиполіусник (термінологія з теорії електронних ланцюгів), який забезпечує:

- а. Формування оптимальних проектів із необмеженим спектром можливих рішень;
- б. Організацію фінансування всіх етапів впроваджень;
- с. Технологічний та кадровий супровід впроваджень.

В основі Механізму – три групи міждисциплінарних фахівців.

На рис. - Модернізація ІТЦ для сучасних умов. У такому стані його можна вважати також і нашим **Безпрограшним** Інвестиційно-Впровадзувальним Механізмом надійної мотивації до взаємовигідної діяльності.

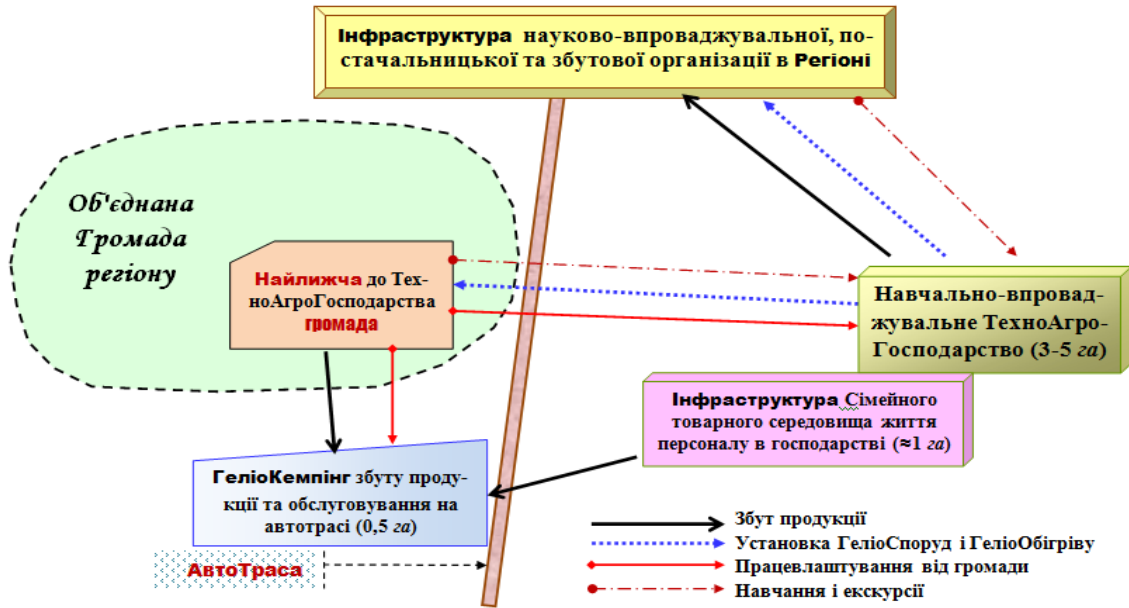


**Пояснення:**

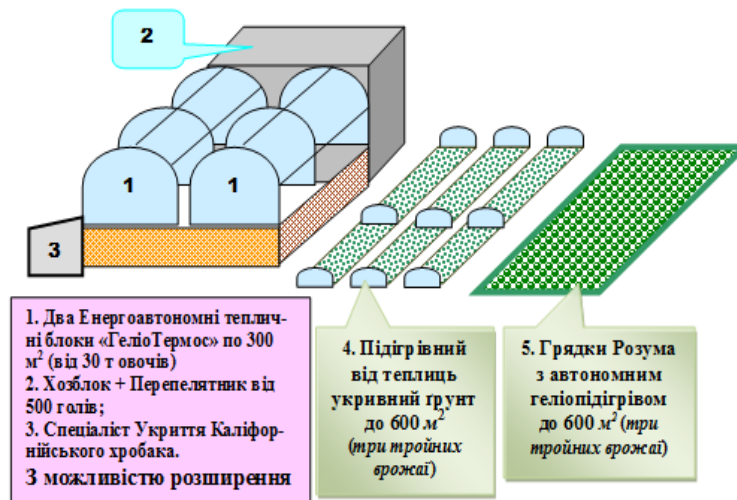
- Інвестиції надходять на об'єкти ТІЛЬКИ як матеріали та роботи "під ключ". Ймовірність розбазарювання коштів та неефективність проекту – мінімальні. **Реалізація та окупність проектів - максимальні.**



## Початкові функціональні зв'язки ТехноАгроГосподарства з мешканцями ближньої Об'єднаної Громади та ін.



## Основні об'єкти забезпечення СамоДостатності сімейної житлової зони мешканців сусіднього села



1. Два Енергоавтономні тепличні блоки «ГеліоТермос» по 300 м<sup>2</sup> (від 30 т овочів)  
 2. Хозблок + Перепелятник віл 500 голів;  
 3. Спеціаліст Укриття Каліфорнійського хробака.  
 3 можливість розширення

4. Підігрівний від теплиць укритий ґрунт до 600 м<sup>2</sup> (три тройних врожаї)

5. Грядки Розума з автономним геліопідігрівом до 600 м<sup>2</sup> (три тройних врожаї)

Таке ЕнергоАвтономне господарство у сусідній громаді займе площу на присадибній ділянці до 1.500 м<sup>2</sup>, але забезпечить трудовий прибуток сім'ї від 0,7 млн.грн./рік зі збутом продукції у ГеліоКемпінгу на автотрасі

В основі - наша цілорічна садибна ТеплоНезалежна товарна Теплиця "ГеліоТермос" площею від 300 м<sup>2</sup>.

До 9 міс. на рік вона підігріває надлишками отриманого від Сонця тепла ще 300 м<sup>2</sup> зовнішнього укритного ґрунту





## Мотивація персоналу господарства до творчої та результативної роботи

### 1. Фінансова мотивація за сприяння економічній діяльності господарству

Категорія робітників	Базова Зарплата (грн.)	Всього (грн.) на категорію	+%%% від приросту врожаю відповідальності за квартал	+%%% за приріст прибутку за квартал
Керівники господарства - 3 чол (Голова, головний інженер, агроном)	По 20.000	60.000	3	5
Охорона і транспорт - 5 чол	По 12.000	60.000	-	2
Робочі і технологи - 37 чол	По 15.000	555.000	10	2
	Всього	675.000 грн.	-	-

### 2. Соціальне забезпечення працівників господарства:

- a. Харчування задіяним в господарстві;
- b. Медичний контроль щотижня. Постійний медичний супровід;
- c. Вихідні дні щотижня;
- d. Відпускні на 21 календарний день.

### 3. Професійне навчання персоналу господарства:

- a. Щомісячні семінари на господарстві – по 2...3 години;
- b. Екскурсії з професій на науково-технологічні об'єкти регіону.
- c. Щорічне присвоєння класності із надбавками до зарплати (від 3 класу до Майстра) за результатами праці.