



Електронне наукове фахове видання

Соціально-економічні проблеми і держава

Постановою № 2-05/1 президії ВАК України від 26 січня 2011 року журнал внесено до Переліку електронних наукових фахових видань

Випуск 1 (12)

Травень, 2015

ISSN 2223-3822

Заснований у 2008 році Тернопільським національним технічним університетом імені Івана Пулюя та

Академією соціального управління

Виходить двічі на рік

Журнал у 2011 році зареєстровано в Міжнародному центрі періодичних видань (ISSN International Centre, м. Париж)

Редколегія

Ясній Петро Володимирович, президент видання, д.т.н., професор, ректор Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя;
Андрушків Богдан Миколайович, головний редактор, д.е.н., професор, завідувач кафедри менеджменту інноваційної діяльності та підприємництва Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, заслужений діяч науки і техніки України;
Білан Юрій Валерійович, д-р, кафедра мікроекономіки Щецинського університету, Польща (Szczecin University, Poland);
Бортняк Федір Всеволодович, к.ю.н., доцент, Національна академія внутрішніх справ (м. Київ);
Бриндзя Зіновій Федорович, д.е.н., проф., завідувач кафедри фінансів, обліку і контролю Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя;
Варгас-Хернандес Хосе, д-р, проф., Університет Гвадалахари, Мексика (Mexico);
Гуцал Ігор Степанович, д.е.н., професор, завідувач кафедри банківського менеджменту та обліку Тернопільського національного економічного університету;
Дудкін Павло Дмитрович, к.е.н., доцент кафедри менеджменту інноваційної діяльності та підприємництва Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя;
Железняк Володимир Кирилович, д.т.н., проф., кафедри технологій програмування, Полоцький державний університет, Білорусь (Republic of Belarus);
Кирич Наталія Богданівна, д.е.н., професор, завідувач кафедри менеджменту у виробничій сфері Тернопільського національного технічного університету ім. І.Пулюя;
Левіцкая Алла, к.е.н., доц., кафедра економіки, факультет економіки, Комратський державний університет, Республіка Молдова (Republic of Moldova);
Лучко Михайло Романович, д.е.н., проф., директор Тернопільської філії Європейського університету;
Мальський Маркіян Зіновійович, д.е.н., професор, Львівський національний університет імені І.Франка;
Паньшин Борис Миколайович, д.т.н., професор, кафедра економічної інформатики та математичної економіки, Білоруський державний університет, Республіка Білорусь (Republic of Belarus);
Пешко Анатолій Володимирович, д.е.н., віце-президент Академії економічних наук України;
Рогатинський Роман Михайлович, д.т.н., професор, проректор з наукової роботи, завідувач кафедри економічної кібернетики Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя;
Рудакевич Марія Іванівна, доктор наук з державного управління, професор Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя;
Стойко Ігор Іванович, к.т.н., доцент кафедри менеджменту інноваційної діяльності та підприємництва Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя;
Федорейко Валерій Степанович, д.т.н., проф., Київський національний університет біоресурсів і природокористування;
Фестеу Дорін, д-р, факультет дизайну, ЗМІ та управління, факультет спортивного менеджменту, Новий Університет Букінгемшира, Великобританія (United Kingdom);
Целюх Кшиштоф, д-р., проректор, Варшавська школа туризму і готельного менеджменту, Польща (Poland);
Шкільняк Михайло Михайлович, д.е.н., проф., голова фонду державного майна у Тернопільській області;
Вовк Юрій Ярославович, відповідальний секретар видання, к.т.н., доцент кафедри менеджменту інноваційної діяльності та підприємництва Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

ІНДЕКСУВАННЯ. Видання виходить у світ з 2008 року. За цей період журнал отримав визнання і включений в наукометричні й інформаційні бази:

ProQuest LLC (ULRICHSWEB Global Serials Directory) (USA)	
Index Copernicus International SA (Poland)	ICV 2013: 5,26 INDEX COPERNICUS
DOAJ - Directory of Open Access Journals (Sweden)	
Google Scholar (USA)	
BASE - Bielefeld Academic Search Machine (Germany)	
EBSCO (USA)	
Ministry of Science and Higher Education of Poland	
Global Impact Factor (GIF)	

*Всі логотипи належать їх власникам

ЗАСНОВНИК І ВИДАВЕЦЬ: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя та Академія соціального управління**Адреса редакційної колегії:**Відповідальному секретареві редколегії журналу «Соціально-економічні проблеми і держава»
доц. Вовку Юрію ЯрославовичуТернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,
вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001, УкраїнаE-mail: kaf.mp.tdtu@gmail.com; sepd.tntu@gmail.comInternet: <http://sepd.tntu.edu.ua>, тел. +38(0352) 23-51-14Рекомендовано до публікації Вченою радою Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя
(протокол №10 від 19 травня 2015 року) та засіданням президії Академії соціального управління (протокол №7 від 20 травня 2015 року)

Відповідальність за достовірність фактів, цитат, власних імен, географічних назв, назв підприємств, організацій, установ та іншої інформації несуть автори статей. Висловлені у цих статтях думки можуть не збігатися з точкою зору редакційної колегії і не покладають на неї ніяких зобов'язань.

Статті поширюються на умовах ліцензії Creative Commons Attribution – **CC-BY**. <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.uk>



Electronic Scientific Specialized Journal

Socio-Economic Problems and the State

The journal is included to the list of scientific specialized editions by Decree № 2-05/1 of HCC presidium of Ukraine from 26 January 2011

Vol.12, No.1

May, 2015

ISSN 2223-3822

The edition was founded in 2008 by Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University and Academy of Social Management
2 issues annually

Journal ISSN in 2011 (ISSN International Centre, Paris, France)

Editorial board

Petro Yasnii, President of the edition, Dr., Prof., Rector of Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University (Ukraine);
Bohdan Andrushkiv, Editor-in-chief, Dr., Prof., Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Honored worker of science and technique of Ukraine (Ukraine);
Alla Levitskaia, PhD, Associate Professor, Department of Economy, Faculty of Economics, Comrat State University (Republic of Moldova);
Anatoliy Peshko, Dr., Prof., Academy of Economic Sciences of Ukraine (Ukraine);
Boris Panshyn, Professor, Department of Economic Informatics and Mathematical Economics, Belarusian State University (Republic of Belarus);
Dorin Festeu, Dr., Senior Lecturer, Faculty: Design, Media & Management, Department: Sports Management, Buckinghamshire New University (United Kingdom);
Fedir Bortnyak, Ph.D., Assoc. Prof., National Academy of Internal Affairs (Kyiv, Ukraine);
Igor Gutsal, Dr., Prof., Ternopil National Economic University (Ukraine);
Igor Stoyko, Ph.D., Assoc. Prof., Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University (Ukraine);
José Vargas-Hernández, Dr., Prof., University Center for Economic and Managerial Sciences, University of Guadalajara (Mexico);
Krzysztof Celuch, Ph.D., Assist. Prof., Prorektor, Warsaw School of Tourism and Hospitality Management (Poland);
Maria Rudakevych, Dr., Prof., Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University (Ukraine);
Markiyan Malskiy, Dr., Prof., Ivan Franko National University of L'viv (Ukraine);
Mychaylo Luchko, Dr., Prof., European University (Ukraine);
Mykhaylo Shkilnyak, Dr., Prof., State Property Fund in Ternopil region (Ukraine);
Natalya Kyrych, Dr., Prof., Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University (Ukraine);
Pavlo Dudkin, Ph.D., Assoc. Prof., Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University (Ukraine);
Roman Rohatynskyi, Dr., Prof., Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University (Ukraine);
Valeriy Fedoreyko, Dr., Prof., Kyiv National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Ukraine);
Volodymyr Zheleznyak, Dr., Prof., Polotsk State University (Republic of Belarus);
Yuriy Bilan, Ph.D., Assoc. Prof., Szczecin University (Poland);
Zenoviy Bryndza, Dr., Prof., Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University (Ukraine);
Yuriy Vovk, executive secretary of the edition, Ph.D., Assoc. Prof., Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University (Ukraine).

Indexing: The journal was included in:

ProQuest LLC (ULRICHSWEB Global Serials Directory) (USA)	
Index Copernicus International SA (Poland)	ICV 2012: 4,78 INDEX COPERNICUS
DOAJ - Directory of Open Access Journals (Sweden)	
Google Scholar (USA)	
BASE - Bielefeld Academic Search Machine (Germany)	
EBSCO (USA)	
Ministry of Science and Higher Education of Poland	
Global Impact Factor (GIF)	

* All logos are property of their owners

Founder and Publisher: Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University and Academy of Social Management

Editorial address:

Executive secretary of the editorial board Journal "Socio-Economic Problems and the State"
Ph.D., Assoc. Prof., Yuriy Y. Vovk
Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University
Ruska street, 56 Ternopil, 46001, Ukraine
E-mail: sepd.tntu@gmail.com, kaf.mp.tdtu@gmail.com
Internet: <http://sepd.tntu.edu.ua>, Phone: +38 (0352) 23 51 14

Recommended for publication Scientific Council of the Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University
(Protocol No.10, May 19, 2015) and the meeting of the Presidium of the Academy of Social Management (Protocol No.7, May 20, 2015)

The responsibility for the accuracy of facts, quotations, proper names, place names, names of companies, organizations, institutions and other information are authors of articles. The views expressed in these articles opinions may not necessarily reflect the views of the editorial board and not impose any obligation on it.

The responsibility for the content of advertisements is an advertiser.

Articles cover licensed under the Creative Commons Attribution – CC-BY
<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.uk>





Електронне наукове фахове видання

Соціально-економічні проблеми і держава

Постановою № 2-05/1 президії ВАК України від 26 січня 2011 року журнал внесено до Переліку електронних наукових фахових видань

Інтернет сторінка: <http://sepd.tntu.edu.ua>**Випуск 1 (12)**

Травень, 2015

ISSN 2223-3822Заснований у 2008 році Тернопільським національним технічним університетом імені Івана Пулюя та Академією соціального управління
Виходить двічі на рік

Журнал у 2011 році зареєстровано в Міжнародному центрі періодичних видань (ISSN International Centre, м. Париж)

ЗМІСТ

Krzysztof Celuch EFFICIENT USE OF DATA RESOURCES USING THE EXAMPLE OF MEETINGS AND EVENTS INDUSTRY MANAGEMENT IN POLAND	5
Iana Panukhnyk, Olena Panukhnyk RANKING OF INSTITUTIONAL BARRIERS REGARDING MANAGEMENT OF MEDICAL EQUIPMENT ENTERPRISES IN MUNICIPAL ECONOMIC SYSTEM	16
Piotr Rażniak, Anna Winiarczyk-Raźniak, Dariusz Nowotnik CENTRAL AND EASTERN EUROPEAN CITIES IN GLOBALIZED WORLD	22
Katarzyna Banasik COMMUNIST CRIMES IN POLISH CRIMINAL LAW	34
Lucia Baková, Andrea Chlpeková THE IMPACT OF GLOBALIZATION FOR TRAINING OF MANAGERS IN SLOVAK INDUSTRY	42
Inna Kuznetsova, Olga Balabash SUSTAINABLE ENTERPRISE DEVELOPMENT: ESSENCE AND COMPONENTS	48
Надія Бугай, Юлія Михлик РОЛЬ ВНУТРІШНЬОГО АУДИТУ В УДОСКОНАЛЕННІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ (НА ПРИКЛАДІ ПАТ «ЛЕБЕДИНСЬКИЙ НАСІННЄВИЙ ЗАВОД»).....	58
Tetiana Vynnyk, Nataliia Konstantiuk SIGNIFICANCE OF EDUCATIONAL OUTCOMES FOR SOCIETY	67
Оксана Полтавська ПІДХОДИ ДО УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМІВ МАТЕРІАЛЬНОГО СТИМУЛЮВАННЯ ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВ ГОТЕЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА: АНАЛІЗ ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ	74
Tetiana Mostenska, Natalia Skopenko, Kristina Udvorgeli CONCEPTUAL APPROACHES OF COMPANY DEVELOPMENT STRATEGY CONSIDERING THE PHASE OF INDUSTRY CONSOLIDATION AND INTEGRATION PROCESSES	82
Михайло Лучко, Леонід Савчук ДИНАМІКА ІНВЕСТИЦІЙНО-ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ: РЕАЛІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ..	96
Галина Тарасюк, Лариса Протасова, Ольга Погайдак СТРАТЕГІЯ МІЖОРГАНІЗАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ: ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ	107
Antonina Kalinichenko, Olha Kalinichenko THE USE OF HEAT PUMPS IN AGRARIAN PRODUCTION	114

Віктор Брановицький МЕХАНІЗМ ЗАХИСТУ ВЛАСНОСТІ ВІД ПРИВАТНОЇ ЕКСПРОПІАЦІЇ.....	121
Tamara Oleshko EVALUATION OF THE UKRAINE INTERNATIONAL AIRLINES (UIA) COMPETITIVENESS ON THE AIR CARRIAGE MARKET.....	132
Остап Бойко, Ольга Погайдак, Петро Харів ВЕНЧУРНИЙ БІЗНЕС ТА КОНТРОЛЬ ДІЯЛЬНОСТІ ВЕНЧУРНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ В УМОВАХ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ.....	140
Ganna Misko, Oleksii Maliuta DAIRY PLANTS FINANCIAL AND ECONOMIC SECURITY EVALUATION.....	153
Ruslana Kuzina INTERNATIONAL FINANCIAL REPORTING STANDARDS AND AMERICAN GENERALLY ACCEPTED ACCOUNTING PRINCIPLES: THE CONVERGENCE LESSONS.....	160
José G. Vargas-Hernández THE QUESTION OF CHANGING THE CONCEPT, ROLE AND FUNCTIONS OF STATE	169
Natalia Korzh THE EVOLUTION OF CAPITAL STRUCTURE THEORIES AND THEIR CLASSIFICATION.....	182
Anatoliy Kucher, Irina Kazakova , Lesya Kucher ECONOMIC ASSESSMENT OF LOSSES CAUSED BY CONTAMINATION OF SOIL RESOURCES WITHIN EFFECTIVE THEIR USE.....	190
Роман Оксентюк ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРАКТИЧНОГО ІНТЕРНЕТ-ПРОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОДУКТУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МАШИНОБУДУВАННЯ.....	200
Iryna Fedyshyn INNOVATIONS IN TIME OF CRISIS: REALITIES AND PERSPECTIVES	208
Світлана Семенюк E-MAIL-МАРКЕТИНГ – НОВИЙ ІНСТРУМЕНТ КОМУНІКАЦІЙНОЇ ПОЛІТИКИ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	217
Наталія Юрик МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ СТРАТЕГІЇ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ КРИЗИ	224
Olha Halushchak, Mykhailo Halushchak SOME ASPECTS OF THE ORGANIZING OF ADMINISTRATIVE MANAGEMENT IN ORGANIZATIONS	230



Electronic Scientific Specialized Journal
Socio-Economic Problems and the State

<http://sepd.tntu.edu.ua/>

The journal is included to the list of scientific specialized editions by Decree № 2-05/1 of HCC presidium of Ukraine from 26 January 2011

Vol.12, No.1

May, 2015

ISSN 2223-3822

The edition was founded in 2008 by Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University and
Academy of Social Management

2 issues annually

Journal ISSN in 2011 (ISSN International Centre, Paris, France)

CONTENTS

Krzysztof Celuch EFFICIENT USE OF DATA RESOURCES USING THE EXAMPLE OF MEETINGS AND EVENTS INDUSTRY MANAGEMENT IN POLAND	5
Iana Panukhnyk, Olena Panukhnyk RANKING OF INSTITUTIONAL BARRIERS REGARDING MANAGEMENT OF MEDICAL EQUIPMENT ENTERPRISES IN MUNICIPAL ECONOMIC SYSTEM	16
Piotr Raźniak, Anna Winiarczyk-Raźniak, Dariusz Nowotnik CENTRAL AND EASTERN EUROPEAN CITIES IN GLOBALIZED WORLD	22
Katarzyna Banasik COMMUNIST CRIMES IN POLISH CRIMINAL LAW	34
Lucia Baková, Andrea Chlpeková THE IMPACT OF GLOBALIZATION FOR TRAINING OF MANAGERS IN SLOVAK INDUSTRY	42
Inna Kuznetsova, Olga Balabash SUSTAINABLE ENTERPRISE DEVELOPMENT: ESSENCE AND COMPONENTS	48
Nadia Bugay, Yuliia Myhlyk ROLE OF INTERNAL AUDIT IN IMPROVING RISK MANAGEMENT IN A VOLATILE ECONOMY (ON THE EXAMPLE OF PJSC "LEBEDINSKYI SEED PLANT")	58
Tetiana Vynnyk, Nataliia Konstantiuk SIGNIFICANCE OF EDUCATIONAL OUTCOMES FOR SOCIETY	67
Oksana Poltavska APPROACHES TO FINANCIAL INCENTIVES IMPROVEMENT FOR STAFF IN THE HOTEL INDUSTRY: FOREIGN EXPERIENCE ANALYSIS	74
Tetiana Mostenska, Natalia Skopenko, Kristina Udvorgeli CONCEPTUAL APPROACHES OF COMPANY DEVELOPMENT STRATEGY CONSIDERING THE PHASE OF INDUSTRY CONSOLIDATION AND INTEGRATION PROCESSES	82
Mykhaylo Luchko, Leonid Savchuk DYNAMICS OF INVESTMENT-DRIVEN AND INNOVATIVE DEVELOPMENT OF UKRAINE: REALITIES AND PERSPECTIVES	96
Galyna Tarasiuk, Larysa Protasova, Olha Pohaydak STRATEGY OF INTERORGANIZATION COLLABORATION: PRACTICAL ASPECTS	107
Antonina Kalinichenko, Olha Kalinichenko THE USE OF HEAT PUMPS IN AGRARIAN PRODUCTION	114

Viktor Branovytskyi THE MECHANISM OF PROTECTION PROPERTY OF AGAINST PRIVATE EXPROPRIATION	121
Tamara Oleshko EVALUATION OF THE UKRAINE INTERNATIONAL AIRLINES (UIA) COMPETITIVENESS ON THE AIR CARRIAGE MARKET	132
Ostap Boiko, Olga Pogaidak, Petro Khariv VENTURE BUSINESS AND CONTROL OF VENTURE ORGANIZATIONS UNDER GLOBALIZATION..	140
Ganna Misko, Oleksii Maliuta DAIRY PLANTS FINANCIAL AND ECONOMIC SECURITY EVALUATION	153
Ruslana Kuzina INTERNATIONAL FINANCIAL REPORTING STANDARDS AND AMERICAN GENERALLY ACCEPTED ACCOUNTING PRINCIPLES: THE CONVERGENCE LESSONS.....	160
José G. Vargas-Hernández THE QUESTION OF CHANGING THE CONCEPT, ROLE AND FUNCTIONS OF STATE	169
Natalia Korzh THE EVOLUTION OF CAPITAL STRUCTURE THEORIES AND THEIR CLASSIFICATION	182
Anatoliy Kucher, Irina Kazakova , Lesya Kucher ECONOMIC ASSESSMENT OF LOSSES CAUSED BY CONTAMINATION OF SOIL RESOURCES WITHIN EFFECTIVE THEIR USE.....	190
Roman Oksentyuk ECONOMIC EFFICIENCY SUBSTANTIATION OF INFORMATION PRODUCTS PRACTICAL ONLINE PROMOTION ON THE MECHANICAL ENGINEERING PLANTS	200
Iryna Fedyshyn INNOVATIONS IN TIME OF CRISIS: REALITIES AND PERSPECTIVES	208
Svitlana Semenyuk E-MAIL-MARKETING – A NEW TOOL OF COMMUNICATION POLICY INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION	217
Nataliya Yuryk METHODOLOGICAL FEATURES IN SELECTION AND IMPLEMENTATION OF THE COMPANY STRATEGY IN TIMES OF CRISIS.....	224
Olha Halushchak, Mykhailo Halushchak SOME ASPECTS OF THE ORGANIZING OF ADMINISTRATIVE MANAGEMENT IN ORGANIZATIONS	230



UDC 658.264:323.325:620.91

JEL Classification: Q270

Antonina Kalinichenko^{1,2},
Olha Kalinichenko³

¹ Opole University,
pl. Kopernika 11a, 45-040 Opole, Poland
e-mail: akalinichenko@uni.opole.pl
Dr., Professor of Department of Engineering Processes

² Poltava State Agrarian Academy,
1/3 Skovorody str., 36003 Poltava, Ukraine
e-mail: kalinichenko_a@ukr.net
Dr., Prof., Department of Economic Cybernetics and Information Technologies

³ Jagiellonian University,
24 Gołębia str., 31-007 Kraków, Poland
e-mail: ola.kalinichenko@gmail.com
student

THE USE OF HEAT PUMPS IN AGRARIAN PRODUCTION

Abstract. Reuse of excess thermal energy of technological processes in agrarian production gives possibility not only to save energy sources of enterprise due to reuse, but also to limit emissions of heat in the atmosphere. The article compares traditional technologies of cooling of milk and heating of technological water and shows efficiency of technology of the combined production of heat and cold on the basis of heat pump use. The technical and economic calculations of efficiency of heat pump use is presented. Through the use of heat pump of "liquid - liquid" type system allows to maintain high precision temperature control of technological processes, thereby improving the quality of dairy products and reduce production costs.

Keywords: heat pumps, renewable sources of energy, dairy production.

Антоніна Калініченко^{1,2},
Ольга Калініченко³

¹ Опольський університет,
пл. Коперніка, 11а, 45-040 м. Ополь, Польща
e-mail: kalinichenko_a@ukr.net

д.с.-г.н., проф., кафедра технологічних процесів
² Полтавська державна аграрна академія,
вул. Сковороди, 1/3, 36003 м. Полтава, Україна
e-mail: kalinichenko_a@ukr.net

д.с.-г.н., проф., професор кафедри економічної кібернетики та інформаційних технологій

³ Ягеллонський університет,
вул. Голембя 24, 31-007 м. Краків, Польща
e-mail: ola.kalinichenko@gmail.com
студент

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Анотація. Повторне використання надлишкової теплової енергії технологічних процесів у аграрному виробництві дозволяє не тільки заощадити енергоресурси підприємства за рахунок їх повторного використання, а й обмежити викиди тепла в атмосферу. У статті співставлено традиційні технології охолодження молока й підігріву технологічної води та продемонстровано ефективність технології комбінованого виробництва тепла й холоду на основі використання теплових насосів. Представлено технічні та економічні розрахунки ефективності використання теплового насосу. За рахунок використання теплових насосів типу «рідина – рідина», система дозволяє з високою точністю підтримувати температурні режими технологічних процесів, що дозволяє покращити якість молочної продукції та зменшити собівартість продукції.

Ключові слова: теплові насоси, відновлювальні джерела енергії, молочна продукція

Антонина Калиниченко,
Ольга Калиниченко

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В АГРАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация. Повторное использование избыточной тепловой энергии технологических процессов в аграрном производстве позволяет не только экономить энергоресурсы предприятия за счет их повторного использования, но и ограничить выбросы тепла в атмосферу. В статье сопоставлены традиционные технологии охлаждения молока и подогрева технологической воды и продемонстрирована эффективность технологии комбинированного производства тепла и холода на основе использования теплонасосов. Представлены технические и экономические расчеты эффективности использования теплового насоса. За счет использования теплонасосов типа «жидкость - жидкость», система позволяет с высокой точностью поддерживать температурные режимы технологических процессов, позволяет улучшить качество молочной продукции и уменьшить себестоимость продукции.

Ключевые слова: тепловые насосы, возобновляемые источники энергии, молочная продукция.

Introduction. The basis of dairy products quality is laid mainly in the process of receiving and primary processing on the farm. Strict adherence of milk cooling and sanitation measures is provided by appropriate technological equipment.

Significant impact on the cost of production has technology of milk cooling and water heating on a dairy farm, which depends on the cost of energy incurred in the production process.

Fresh milk initial temperature is about 32 °C. Prior to transportation it is cooled to 4 °C and stored on the farm in special tanks and baths up to 36-48 hours. Refrigeration equipment dissipate thermal energy using cooling radiators in condenser circuit. In this case the thermal energy of milk scatters in premises with refrigeration equipment, thus significantly increasing its temperature. In

addition this process consumes a large amount of electric energy. Water required for cleaning of milking equipment is typically heated by electric heaters.

So, today up to 65% of electricity on dairy farms is consumed for two main processes: cooling of milk and heating of technological water for cleaning of milking equipment. Moreover, these processes are performed completely independently from each other. A more rational approach would be to redistribute and reuse thermal energy already existing in the technological process. Reducing energy costs will allow to reduce the cost of the final product.

The world experience shows that one of the most effective and economical types of equipment to obtain heat is the heat pump. This is ecological, low-temperature heating device, which in contrast to traditional technology of heating and cooling uses the internal energy of production processes [4-6].

Heat pumps allow to receive heat from low potential sources and at the same time use it in both the cooling and heating processes in different circuits. The principle of operation is based on the Carnot cycle, that describes converting a given amount of thermal energy through transfer of fluid from one aggregate state to another.

The tasks of work was to compare traditional technologies of cooling of milk and heating of technological water; to present the energy saving methods of their improvement; to show efficiency of technology of the combined production of heat and cold on the basis of heat pump use; to prove the economic efficiency of the offered technology and feasibility of its implementation.

Results of the experiment. Reuse of excess thermal energy of technological processes in agrarian production gives possibility not only to save energy sources of enterprise due to reuse, but also to limit emissions of heat in the atmosphere. The combined production of heat and cold currently is one of the most economic-effective systems with the use of heat pumps [1-3, 16, 17].

The research work was on the basis of dairy farm Ltd "Bilahro" in Velikobagachansky region (Ukraine). Investigated farm has 1,000 cows, including 650 milch. On average, for one milking get almost 3.5 thousand liters, or 7 thousand liters per day. To receive the required quality of milk, manufacturing process needs to cool product from 32 to 4 °C. Twice a day after each milking it needs hot water for washing technological equipment. It takes 350 liters, part of which – 100 liters, used at the start of washing (it should have 85 °C). To complete the washing and rinsing equipment it is used 250 liters of water, which is enough to heat only to the temperature of 55 °C.

We calculated the heat balance of agrotechnological processes [7, 9, 11, 14-17].

Milk cooling. The amount of energy that can be obtained from the milk during its cooling:

$$Q_{milk} = m_{milk} \cdot c_{milk} \cdot (T_2 - T_1) \text{ kW} = 3506,1 \cdot 0,00105 \cdot (32-4) = 103,1 \text{ kWh}, \quad (1)$$

where m_{milk} – mass of milk per milking, kg;

c_{milk} – heat capacity of milk, kWh/(kg · °C);

T_1 – temperature of milk after cooling, °C;

T_2 – initial temperature of milk, °C.

So, during the initial cooling of milk on a farm 0.2 MW of the collected heat is daily scattered in premises ("released into air").

Water heating. The amount of energy required for the first phase – heating of 350 liters of water from 12 °C to 55 °C.

$$Q_w^I = m_w \cdot c_w \cdot (T_4 - T_3) = 350 \cdot 0,0011 \cdot (55 - 12) = 16,56 \text{ kWh}, \quad (2)$$

where m_w – mass of water, kg (l)

c_w – heat capacity of water, kWh / kg °C

T_3 – initial temperature of milk, °C

T_4 – temperature of milk after heating, °C

The amount of energy required for the second phase – heating of 100 liters of water from 55 °C to 85 °C.

$$Q_w^{II} = m_w \cdot c_w \cdot (T_5 - T_4) = 100 \cdot 0.0011 \cdot (85 - 55) = 3.3 \text{ kWh} \quad (3)$$

The total amount of heat thus will be:

$$Q_w^{total} = Q_w^I + Q_w^{II} = 16.56 + 3.3 = 19.86 \text{ kWh} \quad (4)$$

We propose technology for simultaneous cooling of milk and heating of water by the use of heat pump of "liquid - liquid" type (A & K Medium 57 / 49.1). Heat pump, unlike traditional technologies of heating and cooling, uses the internal energy production processes (Fig. 1) [8, 10, 12-15].

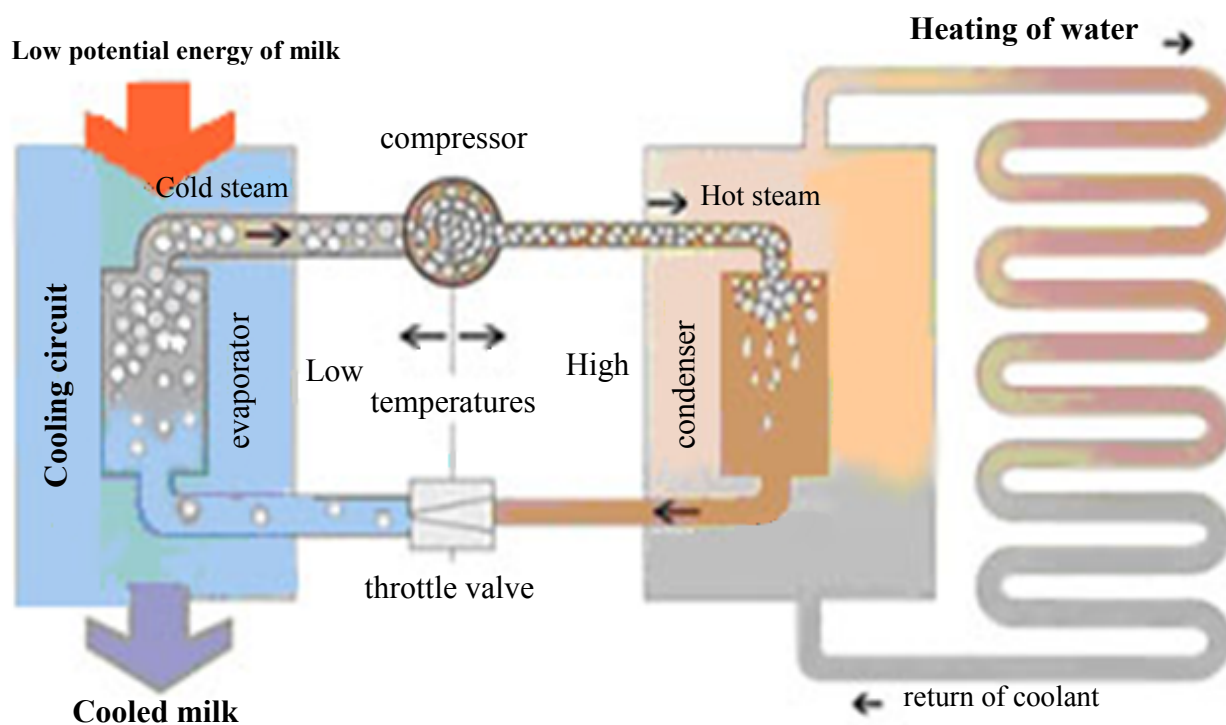


Fig. 1. The operation principle of heat pump in the manufacturing process of primary milk processing

At this stage of heat pumps development, given their technological features, efficiency of heating to temperatures higher than 55 ° C is significantly reduced. Therefore, to improve the efficiency of total heating system and to increase speed of water heating, we propose the following scenario: 350 liters of water will be heated from 12 ° C to 55 ° C using heat pumps of "liquid - liquid" type. In the second stage, separated 100 liters of water will be additionally heated from 55 ° C to 85 ° C in a separate boiler by thermal electric heaters (Fig. 2).

For the system a heat pump of "liquid - liquid" type was designed (A & K Medium 57 / 49,1). Coefficient of effectiveness is the ratio of the sum of useful energies (of water heating and cooling of milk) to electricity (P_{el}) actually spent to drive the compressor for actual time of milk cooling to the desired temperature (t_{cool}). During the experiment, it was determined that the average value of amount of spent electricity is equal to 11.2 kW, and the average time of milk cooling in conditions of the farm is 2.3 hours.

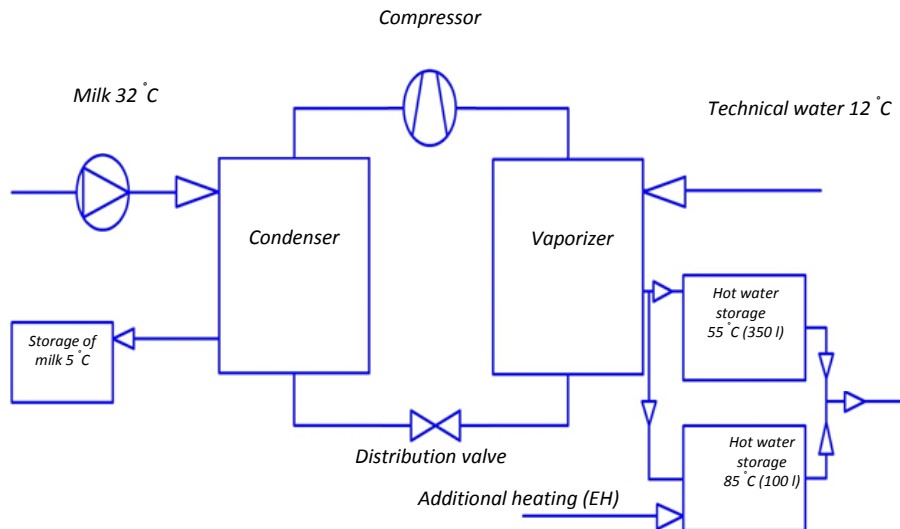


Fig. 2. Technological scheme of the proposed system

$$K_{\text{efficiency}} = COP + EER = \frac{Q_{\text{milk}} + Q_{\text{w}}^{\text{total}}}{P_{\text{el}}^f \cdot t_{\text{cooling}}^f} = \frac{103,05 + 16,56}{11,2 \cdot 2,3} = 4,64 \quad (5)$$

COP (coefficient of performance) – is the ratio of produced heat to the consumed electrical power;

EER (energy efficiency ratio) – in cooling mode is used to assess the effectiveness.

Analysis of the results.

Expenses using traditional technology.

To cool the milk obtained per one milking, with the efficiency of refrigeration equipment 85%, it is spent:

$$E_{\text{el}}^{\text{tr}} = \frac{Q_{\text{milk}}}{\eta} = \frac{103,08}{0,85} = 121,27 \text{ kW} \quad (6)$$

With the traditional technology to heat 350 liters of water we need

$$Q_{\text{w}} = Q_{\text{w}}^I + Q_{\text{w}}^{II} = 19,86 \text{ kWh} \quad (7)$$

where Q_{w}^I – energy for water heating in the first stage, Q_{w}^{II} – in the second stage.

Totally $E_{\text{el}}^{\text{tr}} + Q_{\text{w}}^{\text{total}} = 121,27 + 19,86 = 141,13 \text{ kWh}$ electricity per one milking, that will be 282,25 kWh per day.

For current prices for electricity company spends ≈ 302 UAH per day, which is almost 110 thousands UAH a year¹.

Expenses using new technology.

With the use of heat pumps, electrical energy required for simultaneous milk cooling and water heating in the first stage was:

$$E_{\text{el}} = P_{\text{el}}^{\text{act}} \cdot t_{\text{cool}}^{\text{act}} = 11,2 \cdot 2,3 = 25,76 \text{ kWh}$$

¹ All calculations were made as of September 2013.

For additional heating of water in the second stage $Q_w^{II} = 3,3 \text{ kWh}$

Total expenses $E_{el} + Q_w^{II} = 25,76 + 3,3 = 29,06 \text{ kWh}$ per one milking or $58,12 \text{ kWh}$ (62.19 UAH) per day. Annual costs – 22.7 thousand UAH.

Daily saving of electricity with new technology

$$E_{daily} = 282.25 - 58.12 = 224.13 \text{ kW or } 239.82 \text{ UAH.}$$

Annual savings – 87.53 thousand UAH.

Pump cost was 132 thousand UAH, thus the payback period was only 18 months.

Conclusion. In our work two methods of primary milk cooling and water heating for technological needs on a dairy farm are compared: standard and non-standard (combined heat and cold production using heat pumps).

Found that the use of the heat pump in bi-directional heat flow (cooling and heating) in industrial processes of agricultural companies is the most effective use of this type of equipment.

With traditional technology for milk cooling and water heating it is totally consuming up to 180 kilowatts of electricity per day. For current prices for electricity company spends ≈ 302 UAH per day, which is almost 110 thousands UAH year.

With the using of heat pumps, electrical energy required for simultaneous milk cooling and water heating in the first stage, was approximately 25 kW, the for heating water in the second stage 3.3 kW total ≈ 29 kW per milking or 58 kWh per day, that is ≈ 62 UAH. Annual spending – 22.7 thousand UAH.

Daytime saving makes 224.13 kW or almost 240 UAH per day, or 87.5 thousand UAH a year. It should be noted that the value of the used pump is 132 thousand UAH so the payback period is only 1.5 years.

Found that through the use of heat pump type "liquid - liquid" system allows to maintain high precision temperature control of technological processes, thereby improving the quality of dairy products. In addition, the use of non-traditional approach to the heat energy production can reduce emissions of CO and CO₂ by reducing the use of traditional energy sources.

Thus, the use of heat pump equipment on a dairy farm of Ltd. "Bilahro" in Velykobahachansky region (Ukraine) has considerable technological, economic and ecological effects. The system was designed based on the technical task of dairy farm Ltd. "Bilahro" and is in the process of implementation.

Використана література:

1. Аюпов А.А. Применение теплонасосной установки для охлаждения и пастеризации молока / А. А. Аюпов, Н. А. Мухитдинов, И. Д. Ибрагимов // Холодильная техника. – 2008.
2. Бродянский В.М. "Эксергетический метод и его приложения" / В.М. Бродянский и др. // М.: Энергоиздат. – 1986.
3. Быков А. В. Холодильные машины и тепловые насосы. (Повышение эффективности) / А. В. Быков. – М. : Агропромиздат, 1988
4. Девянин Д.Н. Тепловые насосы. Разработка и испытание на ТЭЦ –28 / Д.Н. Девянин, С.И. Пищиков, Ю.Н. Соколов // Новости теплоснабжения. – №1. – 2000.
5. Каплан А. М. Тепловые насосы, их технико-экономические возможности и области применения. / А.М. Каплан. // Работы ЦКТИ. – Кн. 4, вып. 1. - М.- Л.: Машгиз, 1947.
6. Мартынов А.В. Использование ВЭР на предприятиях химической промышленности на базе ТНУ / А.В. Мартынов, Ю.В. Яворский // Химическая промышленность. – №4. – 2000.
7. Офіційний сайт Інституту відновлюваної енергетики НАН України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ive.org.ua>.
8. Офіційний сайт "Компанія В.Д.Е. – Україна" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://vde.com.ua/>
9. Офіційний сайт "Науково-виробнича фірма ЕКОТЕПЛО" – Електронний ресурс. Режим доступу: – <http://www.ekoteplo.com/ua/19.html>
10. Офіційний сайт "ООО Тепловые насосы". [Електронний ресурс]. – Режим доступу: – <http://teplonasos.ua/uk/teplonasosy-gruntovye/princip-raboty-gruntovyh-teplonasosov/>
11. Попель О.С. Тепловые насосы – эффективный путь энергосбережения / Попель О.С. // Проблемы энергосбережения. – № 1. – 1999.

12. Billy C. Langley. Heat Pump Technology / Billy C. Langley // Prentice Hall. – 2001.
13. Cantor J. Heat Pumps for the Home / John Cantor // Crowood Press. – 2011.
14. Energy Efficiency and Management in Food Processing Facilities Lijun Wang // CRC Press. – 2008.
15. Official site of Hotfoot The Warm Floor Store UFH & Heat Pumps [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hotfoot.ie/heat-pumps-dairy-sector/>
16. Potential applications for heat pumps in the dairy and brewing industries [Электронный ресурс]. Journal of Heat Recovery Systems. – Vol. 3, Issue 3. – 1983. – Режим доступа: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0198759383901145>
17. Tytko R. Odnawialne źródła energii / R. Tytko, – Warszawa: OWG, 2011.

REFERENCES

1. Ayupov A.A., Mukhitdinov N. A., Ibragimov I. D. Application of the heat pump system for cooling and pasteurization of milk [Primenenie teplonasosnoy ustanovki dlya okhlazhdeniya i pasterizatsii moloka]. *Kholodil'naya tekhnika – Refrigeration*, 2008.
2. Brodyanskiy V.M. Exergic method and its applications [*Eksergeticheskiy metod i ego prilozheniya*]. Moscow, Energoizdat, 1986.
3. Bykov A. V. Chillers and heat pumps. (Improved) [*Kholodil'nye mashiny i teplovye nasosy. (Povyshenie effektivnosti)*]. Moscow, Agropromizdat, 1988.
4. Devyanin D.N., Pishchikov S.I., Sokolov Yu.N. [Teplovye nasosy. Razrabotka i ispytanie na TETs –28]. *Novosti teplosnabzheniya – News of heat supply*, 2000, No. 1.
5. Kaplan A. M. Heat pumps, their technical and economic possibilities and applications [Teplovye nasosy, ikh tekhniko-ekonomicheskie vozmozhnosti i oblasti primeneniya]. *Raboty TsKTI – Works CKTI*, 1947, Vol. 4, No. 1.
6. Martynov A.V., Yavorskiy Yu.V. the use of RES in the chemical industry on the basis of TNU [Ispol'zovanie VER na predpriyatiyakh khimicheskoy promyshlennosti na baze TNU]. *Khimicheskaya promyshlennost' – Chemical industry*, 2000, No.4.
7. The official website of the Institute of Renewable Energy National Academy of Sciences of Ukraine [Ofitsiynyy sayt *Institutu vidnovlyuvanoyi enerhetyky NAN Ukrayiny*]. Available at: <http://www.ive.org.ua>.
8. Official Site "Company V.D.E. - Ukraine" [Ofitsiynyy sayt "Kompaniya V.D.E. – Ukrayina"]. Available at: <http://vde.com.ua/>
9. Official Site "Scientific and Production Company EKOTEPLO" [Ofitsiynyy sayt "Naukovo-vyrobnycha firma EKOTEPLO"]. Available at: <http://www.ekoteplo.com/ua/19.html>
10. An official site "Heather Pump LTD" [Ofitsiynyy sayt "*ООО Тепловыые насосы*"]. Available at: <http://teplonasos.ua/uk/teplonasosy-gruntovye/princip-raboty-gruntovyh-teplonasosov/>
11. Popel' O.S. Heat pumps - an effective way of energy saving [Teplovye nasosy – effektivnyy put' energosberezheniya]. *Problemy energosberezheniya – Problems of conservation*, 1999, No. 1.
12. Billy C. Langley. Heat Pump Technology. Prentice Hall, 2001.
13. Cantor J. Heat Pumps for the Home. Crowood Press, 2011.
14. Energy Efficiency and Management in Food Processing Facilities Lijun Wang. CRC Press, 2008.
15. Official site of Hotfoot The Warm Floor Store UFH & Heat Pumps, available at: <http://www.hotfoot.ie/heat-pumps-dairy-sector/>
16. Potential applications for heat pumps in the dairy and brewing industries. *Journal of Heat Recovery Systems*, Vol. 3, Issue 3, 1983, available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0198759383901145>
17. Tytko R. *Odnawialne źródła energii*. Warszawa: OWG, 2011.

Received: March, 2015

1st Revision: April, 2015

Accepted: April, 2015

