



---

---

2014

---

# НАУКОВІ ПРАЦІ

## НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Том 20

№ 1

*Журнал «Наукові праці НУХТ»  
засновано в 1993 році*

КИЇВ ✧ НУХТ ✧ 2014

Журнал увійшов  
до міжнародної  
наукометричної бази  
IndexCopernicus (2012)

Abstracted and index  
in international database  
IndexCopernicus (2012)

«Наукові праці НУХТ» включено в перелік наукових фахових видань України з технічних та економічних наук (Бюлетень ВАК України № 1, 2010), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

The journal «Scientific works of NUFT» is included into the list of professional editions of Ukraine of technical and economic sciences (Ballot-paper of Higher Attestation Commission of Ukraine №1, 2010), where the results of dissertations for scientific degree of PhD and candidate of science can be published.

Рекомендовано  
вченою радою НУХТ.  
Протокол № 6  
від 26 лютого 2013 р.

У журналі опубліковано статті за результатами фундаментальних теоретичних розробок і прикладних досліджень у галузі технічних та економічних наук.

Рукописи статей попередньо рецензуються провідними спеціалістами відповідної галузі.

Для викладачів, наукових працівників, аспірантів, докторантів і студентів вищих навчальних закладів, керівників підприємств харчової промисловості.

Articles with the results of fundamental theoretical developments and applied research in the field of technical and economic sciences are published in this journal.

The scripts of articles are reviewed beforehand by leading specialists of corresponding branch.

The journal was designed for professors, tutors, scientists, post-graduates, students of higher education establishments and executives of the food industry.

Адреса редакції:  
01601, Київ-33, вул. Володимирська, 68, тел. +38044-287-96-18.

Editorial office address:  
01601, Kiev-33, 68 Volodymyrska st., tel. no. +38044-287-96-18

## ЗМІСТ

### Автоматизація

*Ельперін І.В., Швед С.М.* Інтелектуальні системи управління складними технологічними процесами 9

### Біотехнологія, мікробіологія

*Пирог Т.П., Кудря Н.В., Берегова Х.А.* Синтез поверхнево-активних речовин nocardia vacciniі ІМВ В-7405 на суміші меляси з етанолом і гліцерином 17

*Стабніков В.П.* Виділення і характеристика українського штаму уреазо-продуруючих бактерій для біотехнологічного виробництва біозакріплювача ґрунту 24

*Сатура О.В., Гвоздяк П.І.* Пробиотичні бактерії в очищенні питної води від нітратів 30

### Екологія і охорона навколишнього середовища

*Семенова О.І., Бублієнко Н.О., Смірнова Є.С., Шилофост Т.О.* Дослідження технологічних параметрів блоку біохімічного окиснення стічних вод, які містять продукти переробки нафти 34

*Котинський А.В., Салюк А.І., Батіщева Г.С.* Особливості впливу гліцину на ріст мікроводорості *Spirulina platensis* (gom.) geitl 38

### Економіка і соціальний розвиток

*Василенко Т.П., Сіднева Ж.К., Василенко С.М., В.В. Шутюк* Енерго-економічний аналіз — методологічна основа підвищення енергоефективності цукрового виробництва 46

*Бойко І.А.* Використання методу таксономії для визначення рівня фінансового розвитку підприємства 56

*Драган О.І.* Соціальний паспорт як соціальна інновація підприємства 66

*Кутас О.О.* Стан і проблеми виробництва яловичини в Україні 72

*Лепьохіна І.О.* Методичні підходи до використання інструментів управління мотивацією персоналу працівників підприємств машинобудування Запорізького регіону 79

*Череп О.Г.* Необхідність оптимізації інвестиційних грошових потоків підприємств житлово-комунального господарства 88

*Лисенко Ж.П., Юрій Е.К.* Підвищення ефективності управління запасами при використанні бюджетування з урахуванням ризиків 94

*Побережна М.П.* Аналіз ринку хліба і хлі-

## CONTENTS

### Automation

*Elperin I., Shved S.* Intelligent control systems complex technological processes 9

### Biotechnology, microbiology

*Pirog T., Kudrya N., Beregova K.* Synthesis of nocardia vacciniі ІМВ В-7405 biosurfactants on mixture of molasses with ethanol and glycerol 17

*Stabnikov V.* Selection and characteristics of ukrainian strain of urease-producing bacteria for microbial production of soil biofixative 24

*Sapura O., Gvozdiak P.* Using probiotic bacteria for drinking water purification from nitrates 30

### Ecology and Environment

*Semenova O., Bublisko N., Smirnova J., Shylofost T.* Process parameters investigation of biochemical oxidation of wastewater oil processing products unit 34

*Kotinskyi A., Saliuk A., Batishcheva G.* Particular qualities The effect of glycine on the growth of the microalgae *Spirulina platensis* (gom.) geitl 38

### Enterprise Economy and Social Development

*Vasylenko T., Sidnyeva J., Vasylenko S., Shutyuk V.* Energy-economic analysis as methodological basis for improving energy efficiency of sugar production 46

*Boiko I.* Using taxonomy for determine the level of financial development of the company 56

*Dragan A.* Social passport as social innovation enterprises 66

*Kutas O.* State and problems of production of beef in Ukraine 72

*Lepiochina I.* Methodical going is near the use of instruments of management motivation of personnel of workers of enterprises of engineer of Zaporizhzhya region 79

*Cherep O.* A ground of expediency and necessity of investing is in enterprises of housing and communal services 88

*Lysenko J., Yuriy E.* Increase productivity by using inventory management budgeting risk-based 94

*Poberezhna M.* Market analysis of bread and

УДК 657.62

## ENERGY-ECONOMIC ANALYSIS AS METHODOLOGICAL BASIS FOR IMPROVING ENERGY EFFICIENCY OF SUGAR PRODUCTION

T. Vasylenko, J. Sidnyeva, S. Vasylenko, V. Shutyuk  
*National University of Food Technologies*

---

**Key words:**

*Energyeconomic analysis  
Sugar industry  
Energy efficiency  
Factors  
Optimization*

---

**ABSTRACT**

Energy-economic analysis presumes complex account of structural and power-technological factors of energy efficiency in sugar industry. Complex multivariable energy economic approach based on the optimization methods with the use of system analysis allows deciding the task of increasing the energy efficiency of particular sugarplants.

---

**Article histore:**

Received 17.12.2013  
Received in revised form  
06.01.2014  
Accepted 23.01.2014

---

**Corresponding author:**

T. Vasilenko  
**Email:**  
npnuht@ukr.net

---

## ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ — МЕТОДОЛОГІЧНА ОСНОВА ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Т.П. Василенко, Ж.К. Сіднєва, С.М. Василенко, В.В. Шутюк  
*Національний університет харчових технологій*

*Енергоекономічний аналіз передбачає комплексне врахування структурних та енерготехнологічних факторів енергоефективності підприємств цукрової галузі. Багатофакторний енергоекономічний підхід, в основу якого покладені методи оптимізації на основі системного аналізу, дасть змогу вирішити завдання підвищення енергоефективності окремих цукрових заводів.*

**Ключові слова:** енергоекономічний аналіз, цукрова промисловість, енергоефективність, фактори, оптимізація.

У нинішніх умовах невиправдано великої енергоємності цукрової промисловості, підвищення цін на енергоносії, збільшення їх частки в структурі собівартості цукру ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) є суттєвим внутрішнім резервом, застосування якого надає можливість підвищити конкурентоспроможність вітчизняного цукрового виробництва [3].

Світове підвищення цін на паливо в 70-х рр. ХХ ст. зумовило інтенсивне впровадження енерго- та ресурсощадних технологій, що сприяло значному скороченню питомих витрат ПЕР у цукровому виробництві [1]. У країнах Західної Європи за останні 20 років питомі витрати палива скоротилися вдвічі, а на кращих бурякоцукрових заводах комплексна питома витрата умовного палива досягла 2,2...2,5 % до маси буряків (до м.б.) [5]. Цьому сприяли тверда державна законодавча та економічна політика держав у сфері енергозбереження й охорони навколишнього середовища, а також наявність розвиненого машинобудування і приладобудування, висококваліфікованих технічних і наукових кадрів, планове ведення господарства, стабільне фінансове становище підприємств, концентрація виробництва і широка міждержавна інтеграція [6].

В Україні та СНД нині питомі витрати умовного палива на технологічні потреби наближаються до рівня 3 % до м.б. лише на окремих провідних цукрових заводах [2].

Суттєвою складовою політики зниження витрат ПЕР на підприємствах галузі має стати проведення цілеспрямованої структурної перебудови виробництва на основі науково обґрунтованих підходів та інвестиційних проектів у контексті структурної перебудови економіки України з урахуванням комплексу соціально-економічних і науково-технічних проблем [4]. Лише збалансована державна політика може вберегти галузь від регулярних перманентних криз на кшталт цінових. Комплекс заходів щодо зниження витрати ПЕР окремих підприємств і галузі в цілому має складатися в чітку ієрархічну структуру, що відзначається відповідними факторами впливу (факторами енергозбереження).

Варто зауважити, що на динаміку споживання енергоресурсів одночасно впливають як енерготехнологічні, так і структурні фактори. До енерготехнологічних факторів передусім слід віднести ті, які, зважаючи на дію фізико-хімічного принципу перетворення сировини в готову продукцію, зменшують витрату енергетичних ресурсів на отримання однакового кінцевого результату. Тобто це фактори, що визначають можливі напрями підвищення енергоефективності виробництва на існуючому рівні розвитку техніки й технологій.

Оскільки виробництво та споживання енергії на кожному цукровому заводі є одним із ключових факторів розвитку цукрової промисловості як складової промислово-економічного комплексу країни, то вплив структурних факторів на енергоефективність виробництва починається з макроекономічних підходів і підходів, які безпосередньо не пов'язані з виробництвом і споживанням енергії окремими підприємствами в процесі кардинальної перебудови фінансово-економічних і соціальних відносин. На рівні конкретного виробництва діють такі фактори, як якість вихідної сировини та готової продукції, використання нових технологій тощо. Структурні фактори умовно можна поділити на соціально-економічні, організаційно-правові, техніко-технологічні.

*Соціально-економічні фактори* насамперед визначають стан системи стимулювання розвитку виробництва, включаючи підвищення енергоефективності. Для оптимізації енергозбереження в цукровій галузі необхідне впровадження адекватних фінансових, податкових і соціальних заходів. Низький рівень інфляції, збалансований бюджет, якісна загальнодоступна освіта —

ключові чинники забезпечення позитивного інвестиційного та інноваційного клімату в цукровій промисловості. В умовах занадто малого ринку цукру України потрібна державна політика забезпечення широких привабливих перспектив для внутрішніх і прямих зовнішніх інвестицій та розширення торгівлі.

Уряд має ухилятися від прямого управління ринками цукру і енергоносіїв та обмежити свою роль встановленням стабільних твердих правил, що впроваджуються відповідними регуляторами. Ключові слова: лібералізація, торгівля та, в більш загальному розумінні, вибір постачальника та замовника. Необхідним є відповідний збалансований комплекс правил, впроваджуваний незалежно від короткотермінових політичних втручань.

Стан стимулювання інвестицій є одним із найважливіших структурних факторів. В Україні треба створити такий податковий і фінансово-економічний клімат, який би заохочував інвестувати в масштабні проекти, наприклад, у проекти з підвищення енергоефективності. Девальвація національної валюти, постійні зміни в податковій політиці створюють до того ж політичні ризики, що збільшують вартість капіталу, роблять іноземні та вітчизняні інвестиції більш дорогими. В умовах, коли ринкові реформи відіграватимуть позитивну роль у створенні сприятливого клімату для інвестування, існуючі фінансові схеми для розв'язання проблеми некомерційних ризиків надто слабкі для покриття масштабів ризиків, пов'язаних з інвестиціями у високовартісні проекти з підвищення енергоефективності.

Важливим фактором є проблема цін на енергоносії. Ціни кінцевого споживача — це ключова рушійна сила енергоспоживання та, відповідно, енергоефективності. Разом з об'єктивними цінами для споживачів енергоносіїв важливе впровадження працюючої адекватної системи обліку та розрахунків за них.

Енерготехнологічним комплексам цукрових заводів властиві висока вартість і насичення складним обладнанням, їх адаптація до нових реалій ціноутворення на ринку енергоносіїв відбувається повільно та з високою ціною. Відповідними стратегіями є диверсифікація джерел енергії як на державному, так і на галузевому рівнях, інтенсифікація торгівлі енергоносіями, впровадження альтернативних джерел енергії.

До *організаційно-правових факторів* належать система менеджменту енергоефективності, починаючи від державного рівня до підприємства, та комплекс законодавчих та адміністративних заходів. Саме впровадження цієї групи факторів забезпечить створення відповідної нормативно-правової бази для реалізації комплексу енергоощадних заходів.

Хоч інтенсивність споживання енергії підприємствами безпосередньо пов'язана з ціновими відгуками, енергетична ефективність більшою мірою залежить від впровадження найефективніших технологій, тому надзвичайно важливим є питання введення мінімальних юридичних стандартів енергоефективності для технологічного й енергетичного обладнання і технологій.

*Техніко-технологічні фактори* визначають загальний сучасний техніко-технологічний стан виробництва, якісні та кількісні характеристики сировинної бази, нормативно-правові вимоги до експлуатаційних характеристик виробництва, включаючи вимоги до якості цукру та впливу виробництва на навколишнє середовище.

Важливим техніко-технологічним фактором є питання розроблення вітчизняного енергоефективного обладнання для цукрової промисловості. Настав час покінчити з порочною практикою масового впровадження застарілого імпортного обладнання зарубіжного виробництва, що заганяє галузь у безвихідь, поглиблюючи її відставання від сучасного світового рівня розвитку техніки й технологій. Оскільки окремі вітчизняні цукрові підприємства неспроможні самостійно фінансувати масштабні проекти з дослідження, розроблення та впровадження новітнього устаткування, то адекватне фінансування має надходити з боку держави. Проте фінансування має обмежуватись базовими дослідженнями, не пов'язаними з комерційними інтересами та партнерством. На національному рівні контроль за розміщенням коштів на науково-технічні розробки та їхнім використанням повинен здійснюватись неурядовими структурами, що об'єднують вчених, представників промисловості та громадськості.

Конкуренція — найважливіший стимул створення та розвитку нових техніки й технологій. Потрібно створити умови, що сприяють змагальності в розробці та впровадженні енергоощадних техніки й технологій, і пропонувати інші стимули через фінансові механізми. Адекватні стимули, податки та інші економічні інструменти мають враховувати зовнішні фактори (негативні, наприклад, забруднення, чи позитивні, наприклад, дослідження, розроблення та впровадження нових техніки й технологій).

Впровадження високоефективного обладнання й технологій потребує комплектування підприємств-розробників новітніх техніки і технологій, а також підприємств цукрової галузі кадрами вищої кваліфікації, що вимагає реформування систем їх підготовки на державному рівні та фінансування цієї підготовки.

Нині до найважливіших факторів, що впливають на розвиток енергозбереження, є захист навколишнього середовища, зокрема зменшення викидів діоксиду вуглецю. Але ініціативи з обмеження викидів будуть підтримані лише у разі введення відповідних стимулів на державному рівні.

Отже, вплив соціально-економічних, техніко-технологічних та організаційно-правових факторів є взаємозалежним, тому наведений поділ досить умовний і визначається передусім системою пріоритетів державної і галузевої політики, а також виробничої політики на рівні компаній, що виробляють цукор.

Аналізуючи вплив енерготехнологічних факторів на енергоефективність цукрового виробництва, слід відзначити, що сучасний цукровий завод — це єдиний енерготехнологічний комплекс (ЕТК), до складу якого входять взаємопов'язані системи виробництва і споживання теплової й електричної енергії. Система виробництва являє собою когенераційну установку зі спільного виробництва теплової й електричної енергії (ТЕЦ), а система енергоспоживання безпосередньо підприємства являє собою складну ієрархічну структуру, що включає в себе елементи технологічного, теплообмінного, механічного обладнання, пов'язані між собою складною схемою різнорідних зв'язків, в яких тісно взаємодіють складні фізико-хімічні процеси. Саме ця складність внутрішніх взаємозв'язків елементів, процесів, їхніх параметрів і характеристик визначає потребу комплексного аналізу реального функціонування ЕТК та оцінки його ефективності. Відповідно, вирішення техніко-економічного

завдання оптимізації структури, параметрів і режимів роботи ЕТК цукрового заводу з метою підвищення ефективності використання ПЕР вимагає системного підходу. При цьому основними факторами, що впливають на енергоефективність виробництва, виступають технологічна й енергетична досконалість структури ЕТК, обладнання та його елементів, якими устаткована ЕТК, а також відповідність проектних і фактичних експлуатаційних характеристик системі чинних норм, вимог, стандартів.

Отже, енерготехнологічне завдання підвищення енергоефективності цукрового виробництва (далі — енергозбереження) є завданням ієрархічним і науково-технічним.

Враховуючи непростий синтетичний характер цукрового виробництва, слід відзначити, що завдання енергозбереження вирішується за допомогою практично всіх розвинених наукових напрямів енергозбереження, в тому числі: створення системи показників, характеристик, норм; розроблення адекватних синтетичних та аналітичних енергетичних і економічних балансів; оцінка енергетичної та економічної ефективності; аналіз втрат при генерування теплової й електричної енергії та їх передавання; забезпечення заданих технічних рівнів технологічних процесів тощо.

Нині реалізуються два основні енерготехнологічні методи вирішення завдання підвищення ефективності використання ПЕР: удосконалення існуючого ЕТК та інноваційний метод. Перший не вимагає значних витрат техніко-економічних ресурсів, проте виключає можливість оптимізаційного підходу до підвищення енергоефективності й не може забезпечити системного поглибленого зниження витрати ПЕР.

Водночас, інноваційний метод, що передбачає впровадження новітніх техніки й технологій, надає можливість провести структурну енерготехнологічну реконструкцію існуючих підприємств із застосуванням оптимізаційних підходів, в тому числі із збільшенням їхньої продуктивності.

Оптимальне інноваційне проектування енерготехнологічної системи означає модифікацію її структури та параметрів з метою мінімізації сумарної вартості продукції, що виробляється системою, включаючи вартість витрачених паливно-енергетичних ресурсів, при граничних умовах, пов'язаних з доступністю фінансових ресурсів, матеріалів, захистом навколишнього середовища, включаючи вимоги безпечності, надійності, зручності використання, ремонтпридатності тощо. Це означає, що під час оптимізації ЕТК цукрових заводів слід застосовувати основні принципи, які б враховували потребу отримання інтегрованого проектного рішення, що було б не тільки енергетично оптимальне, а й економічно і технічно прийнятне. Оскільки процедура проектування вимагає застосування методів системного аналізу, комплекс заходів щодо оптимізації енерговикористання слід вибудувати у відповідну ієрархію інноваційних заходів, пов'язаних з вибором оптимальної структури й окремих елементів системи. Тобто для побудови оптимальної структури ЕТК необхідне її математичне оформлення та моделювання.

Оптимізація вимагає комплексного аналізу таких інноваційних завдань, як завдання синтезу й оцінювання альтернативних структур енерготехнологічних схем і завдання вибору апаратів та параметрів схеми в межах кожної



синтезованої структури. При цьому попередньо слід враховувати досвід, який засвідчує, що економічний ефект від оптимізації структури ЕТК на порядок вищий від ефекту оптимальної організації окремих елементів структури чи оптимального управління процесом.

Отже, за оптимізаційного вибору інноваційних технологій та елементів обладнання чи способів модернізації існуючих передусім слід дотримуватись вимог синтезу оптимальної структури ЕТК і результатів його математичного моделювання. При синтезі оптимальної структури ЕТК слід враховувати технічні можливості обладнання й експлуатаційні вимоги, в т.ч. вимоги контролю й управління, компоновку та комунікації підприємства, вимоги безпеки, контроль забруднення навколишнього середовища тощо.

Звідси можна зробити висновок, що інноваційний синтез оптимальної структури ЕТК зумовлюється низкою труднощів: різноманітністю критеріїв оптимізації, побудованих на системних принципах; невизначеністю інформації про критерії оптимальності на початкових етапах проектування; необхідністю врахування порівняльної важливості критеріїв.

Одним з основних важелів економічної інноваційності є опора на вітчизняний науково-технічний інтелект, який порівняно із зарубіжним має низку принципівих переваг, до яких слід віднести меншу вартість і знання специфіки вітчизняної промисловості. Варто зауважити, що визначальний внесок в інноваційний розвиток цукрової промисловості України від часу її зародження і донині зробили саме науковці та випускники Національного університету харчових технологій.

Отже, важливим фактором втілення в життя енергоощадних заходів є комплексна оцінка енергоефективності виробництва кінцевої продукції. Для визначення ефективності використання ПЕР вводиться поняття енергоефективності як комплексу показників, що відображають відношення корисного ефекту від використання енергетичних ресурсів до витрат енергетичних ресурсів, вироблених з метою отримання такого ефекту, стосовно продукції, технологічного ресурсу, юридичної особи, індивідуального підприємця. Енергоефективність — це техніко-економічний показник, який засвідчує, наскільки високою є ефективність використання енергії для отримання кінцевого ефекту. Зокрема, Директива ЕuP (2005/32/EC) визначає енергоефективність як «відношення виходу вироблених роботи, послуг, продукції або енергії до кількості підведеної енергії».

Відповідно, основним методом оцінки енергоефективності є енергоекономічний аналіз — прикладний науковий напрям, що розвивається на стику економіки, енергетики та відповідної технології. Згідно з цим методом, загальноновизнаним синтетичним показником ефективності використання ПЕР є енергоємність виробництва. Фактична енергоємність чи енерговитрати можуть бути використані для якісної та кількісної оцінки ефективності виробництва, технологічних процесів, устаткування. Як правило, енергоємність виробництва визначається таким кількісним показником, як «питомі витрати ПЕР», тобто кількість ПЕР, спожитих енерготехнологічним комплексом на одиницю виробленої продукції. Результуючий документ, який при проведенні енергоекономіч-

ного аналізу визначає доцільність впровадження певних енергоощадних заходів, має назву «техніко-економічне обґрунтування».

Діяльність з організації ефективного використання енергоресурсів традиційно називають енергозбереженням. У цьому сенсі енергозбереження можна визначити як систему заходів, в результаті впровадження яких скорочується потреба в ПЕР на одиницю кінцевого корисного ефекту від їх використання. Отже, енергозбереження — це реалізація організаційних, правових, економічних, технічних, технологічних та інших заходів, спрямованих на зменшення обсягу використовуваних енергетичних ресурсів при збереженні відповідного корисного ефекту від їх прикладання. Оскільки в процесі виробництва матеріальних благ і послуг відповідно до фізико-хімічних принципів корисно застосовується не вся енергія, яка подається на виробництво, то енергозбереження зводиться як до економії ПЕР, так і до підвищення ефективності їх використання. Причому саме підвищення ефективності ПЕР є визначальним у процесі зниження їх витрат. Тобто поняття енергоефективності та енергозбереження нерозривно пов'язані та взаємно доповнюють одне одного.

Впроваджуючи комплексні заходи щодо енергозбереження, важливо розробити як стратегічні орієнтири, що відобразатимуть довготермінові пріоритети розвитку підприємств, їхній виробничий і ресурсний потенціал, так і тактичні кроки, які враховуватимуть їхні можливості в перехідний період. При цьому слід зважати на те, що енергозбереження не зводиться лише до заощадження ПЕР, а й передбачає забезпечення максимальної ефективності їх використання.

З огляду на викладене, енергоощадну політику компаній, що виробляють цукор, слід розглядати як орієнтований на довготермінову перспективу комплекс заходів щодо підвищення ефективності використання ПЕР на підприємствах з метою скорочення витрат енергії на виробництво, оскільки рівень питомих витрат ПЕР у виробництві цукру значною мірою визначає його собівартість і конкурентоспроможність.

Раціональне використання ПЕР може забезпечити значний економічний ефект за рахунок як збільшення масштабів виробництва при постійних потужностях сировинної бази, так і здешевлення експлуатаційних витрат на паливо та енергію, і, як результат — зниження собівартості основної продукції.

Слід особливо відзначити, що коли йдеться про аналіз ефективності, в тому числі при проведенні енергоекономічного аналізу, то це обов'язково має бути порівняльний аналіз, а в основі його процедури — поняття критерію порівняння, в даному разі — критерію ефективності. В цьому сенсі важливим фактором енергозбереження є нормування витрат палива, теплової й електричної енергії. Оцінюючи резерви енергозбереження на цукрових заводах, треба зіставляти проектні, нормативні та фактичні питомі витрати ПЕР. Проте використання цього фактора викликає багато запитань через невизначеність самого поняття «норми використання ПЕР». Оскільки, як відзначалося, енергозбереження є складною оптимізаційним завданням, то і розроблення критерію ефективності,

в тому числі норм витрат ПЕР, має бути оптимізаційною процедурою з відповідно сформульованими завданням і граничними умовами з урахуванням того, що комплекс додаткових вимог та обмежень, в т.ч. вимог керованості, надійності енергопостачання й екологічних обмежень, врешті-решт, теж являє собою окрему енергоекономічну проблему.

Нині як механізм для визначення та підвищення енергоефективності енергетичних систем використовують так звану термoeкономіку — комбінацію термодинамічного та вартісного аналізів, що може надати широку інформацію про енергоекономічну досконалість системи, яку традиційними методами отримати неможливо. Основним напрямом розвитку термoeкономіки є так звана ексергоекономіка, і таке відгалуження, як ентропoeкономіка, що ґрунтується на принципі термодинамічної оптимізації, базованому на понятті термодинамічної ефективності. Науковці Національного університету харчових технологій, зокрема автори, досліджують використання ентропoeкономіки для аналізу енерготехнологічних систем, в тому числі й цукрового виробництва. Оптимізація такого рівня передбачає, що оброблювана енергетична система — це система, для якої величина кожної існуючої термодинамічної необоротності виправдана фінансовими затратами на компенсацію останньої (необоротності) або особливими умовами експлуатації.

Сутність системного термoeкономічного підходу до комплексної науково-технічної проблеми підвищення енергетичної й економічної ефективності цукрового виробництва полягає у створенні загальної методології спільного дослідження термодинамічних і техніко-економічних показників його функціонування.

Дослідження термодинамічних характеристик має спиратися на зміст другого закону термодинаміки, відповідно до якого всі природні процеси недосконалі, або, висловлюючись мовою термодинаміки, необоротні, а отже, будь-яка реальна енергетична система потребує більше енергії, ніж це було б можливо в так званих оборотних процесах за відсутності недосконалостей. Оскільки міра недосконалості визначає енергетичну ефективність системи, то загальну стратегію аналізу можна сформулювати так: якщо за мету аналізу поставити досягнення максимальної (оптимальної) енергоекономічної ефективності, то способом реалізації поставленої мети буде досягнення мінімальної енергетичної недосконалості. Тобто термoeкономічна оптимізація є видом оптимального проектування. Важливою особливістю такого формулювання є те, що енергетична ефективність належить до системи, яка аналізується, а енергетична недосконалість — до процесів перетворення енергії, що є складовими даної системи. У випадку цукрового виробництва цієї мети можна досягти, розглядаючи завод як складну термодинамічну систему та застосовуючи відповідний потенціал термодинаміки.

Сучасна термодинаміка надає можливість ув'язати абстрактні поняття енергетичної ефективності й енергетичної недосконалості (термодинамічний синонім — «необортність») з відповідними числовими еквівалентами. Умовно даний зв'язок можна записати в такому вигляді:

$$\mathbf{ЧЕЕЕ} = k \mathbf{ЧЕЕН},$$

де **ЧЕЕЕ** — числовий еквівалент енергетичної ефективності; **ЧЕЕН** — числовий еквівалент енергетичної недосконалості;  $k$  — відповідний коефіцієнт пропорційності.

Якщо за **ЧЕЕЕ** прийняти її традиційну характеристику — питому витрату палива на виробництво одиниці продукції чи переробки одиниці сировини, то **ЧЕЕН** буде абсолютною характеристикою необоротності процесів, представленою в термодинаміці величинами різного змісту: зростанням ентропії адіабатної системи й ексергетичними втратами.

Сучасний аналіз енергетичної ефективності теплотехнологічного комплексу (ТТК) як обов'язкової компоненти має базуватись на таких методиках:

- визначення коректних абсолютних характеристик недосконалості;
- визначення коректних відносних характеристик недосконалості;
- встановлення зв'язку між енергетичною ефективністю та енергетичною недосконалістю;
- оптимізація на основі попередніх даних.

Отже, термодинамічна інтерпретація завдання оптимізації енергетичних систем передбачає наближення реальної ТТК до певної абстрактної системи з мінімальною енергетичною недосконалістю — мінімальною необоротністю.

### Висновок

Лише комплексне врахування структурних і енерготехнологічних факторів сприятиме підвищенню енергоефективності цукрової галузі до світового рівня. Комплексний багатофакторний енергоекономічний підхід на основі методів оптимізації з використанням системного аналізу та методів сучасної термoeкономіки надасть можливість вирішити завдання підвищення енергоефективності окремих цукрових заводів.

### Література

1. *Анализ мирового рынка сахара: 2005—2014 гг.* — М.: Businessstat.— 284 с.
2. *Бондар В.С.* Тенденції цін світового ринку цукру і їх вплив на внутрішній ринок України [Електронний ресурс] / В.С. Бондар, С.Ю. Андрущенко // Цукрові буряки. — 2010. — № 25 (77). Режим доступу: <http://www.sugarbeet.org.ua/node/83>
3. *Гончарук А.Г.* Об эффективности производства сахара в Украине. Цукор України, 2008.— № 2.— С. 5—9.
4. *Ситуація на ринку цукру у 2009/2010 маркетинговому році* [Електронний ресурс]: Державна підтримка українського експорту / за даними Міністерства економіки України. — Режим доступу у: <http://ukrexport.gov.ua/ukr/prom/ukr/4043.html>
5. *Sugar: World Markets and Trade* [Электронный ресурс] / United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. — Режим доступа: <http://www.fas.usda.gov/report.asp>
6. *World production, supply, and distribution, centrifugal sugar* [Электронный ресурс] / USDA, FAS, PSD database. Режим доступу: <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>